



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Σχολή Τεχνολογίας

Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων

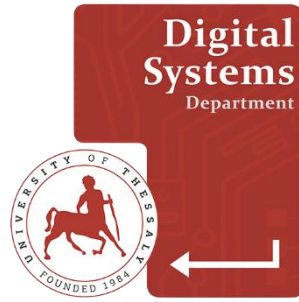
Εκτίμηση Οικιακού Προφίλ Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Στυλιανή Κωνσταντίνα Δημησιάνου (ΑΜ: 3119034)

Επιβλέπων: Ονούφριος Χαραλάμπους, Αναπληρωτής καθηγητής

ΛΑΡΙΣΑ, Ιούλιος 2023



UNIVERSITY OF THESSALY

School of Technology

Digital Systems Department

Estimation of Household Electricity Consumption Profile

BACHELOR THESIS

Stiliani Konstantina Dimisianou - 3119034

Supervisor: *Onoufrios Haralampous, Associate professor*

LARISSA, July 2023

Υπεύθυνη Δήλωση περί Ακαδημαϊκής Δεοντολογίας και Πνευματικών Δικαιωμάτων

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ρητά ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία, καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας, αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον, και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή/και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή.

Αναλαμβάνω πλήρως, ατομικά και προσωπικά, όλες τις νομικές και διοικητικές συνέπειες που δύναται να προκύψουν στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής.

Η Δηλούσα

Στυλιανή - Κωνσταντίνα Δημησιάνου

07/07/2023

Εγκρίνεται από την Επιτροπή Εξέτασης:

Επιβλέπων	Ονούφριος Χαραλάμπους Αναπληρωτής Καθηγητής Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Μέλος	Νικόλαος Σαμαράς Καθηγητής Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Μέλος	Χαϊκάλης Κωνσταντίνος Αναπληρωτής Καθηγητής Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ημερομηνία έγκρισης: 07/07/2023

Περίληψη

Η ενεργειακή κρίση κάνει τον τελευταίο καιρό όλο και περισσότερο αισθητή την παρουσία της φέρνοντας στο παρασκήνιο διάφορα προβλήματα. Έκτος από τα περιβαλλοντικά προβλήματα υπάρχουν ανησυχίες σχετικά με τις οικονομικές δυσκολίες για την κάλυψη του κόστους της ενέργειας, κυρίως του ηλεκτρικού ρεύματος. Μια προσέγγιση για την επίλυση αυτού του προβλήματος είναι να γίνει μέτρηση και ανάλυση της κατανάλωσης οικιακών συσκευών με χρήση έξυπνων μετρητών που μπαίνουν στην πρίζα. Στο πλαίσιο της εργασίας αναπτύχθηκε κώδικας που υλοποιεί τη συλλογή δεδομένων κατανάλωσης των συσκευών, τα οποία τα αποθηκεύει σε αρχεία που περιέχουν τις μετρήσεις από τις έξυπνες πρίζες. Στη συνέχεια, γίνεται η ανάλυση αυτών των δεδομένων και γίνεται η παρουσίαση τους σε διαγράμματα, τα οποία βοηθούν στην κατανόηση της συνεισφοράς της στην συνολική κατανάλωση.

Η μεθοδολογία που σχεδιάστηκε είναι η καταγραφή της κατανάλωσης διάφορων συσκευών μιας φοιτητικής οικίας. Στην συνέχεια, γίνεται σύγκριση μεταξύ κάποιων συσκευών από το οικογενειακό προφίλ. Επιπλέον, γίνεται δημιουργία γραφημάτων για την αναπαράσταση της ισχύος που σημειώνει μια συσκευή κατά την διάρκεια λειτουργίας της.

Τέλος, τα αποτελέσματα των μετρήσεων απεικονίζονται σε ένα διάγραμμα πίτας, στο οποίο φαίνονται οι πιο ενεργοβόρες συσκευές. Σε αυτό το διάγραμμα φαίνεται εύκολα ποια συσκευή λαμβάνει μεγαλύτερο μερίδιο της οικιακής κατανάλωσης. Με αυτό τον τρόπο εντοπίζεται το πρόβλημα και διευκολύνεται η λήψη απαραίτητων μέτρων που οδηγούν στην αποτελεσματική διαχείριση της. Η εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί μελετώντας τα αποτελέσματα από τις καταγραφές των συσκευών ώστε να μειωθεί η σπατάλη και κατά επέκταση ο λογαριασμός του ρεύματος.

Abstract

The energy crisis has recently made its presence increasingly bringing various problems into the background. Apart from the environmental problems, there are concerns about the financial difficulties to cover the cost of energy, mainly electricity. One approach to solving this problem is to measure and analyze the consumption of a household appliances using plug-in smart meters. In the context of the work, a code was developed that implements the collection of consumption data of the devices, which stores them in files containing the measurements from the smart plugs. This data is then analyzed and presented in diagrams, which help to understand its contribution to total consumption.

The methodology is planned for the recording of the consumption of various devices of a student house. Then, a comparison is made between some devices from the family profile. In addition, graphs are created to represent the power of a device draws during its operation.

Finally, the results of the measurements are displayed in a pie chart, in which the most energy-consuming devices can be seen. In this diagram it is easy to see which device takes the largest share of household consumption. In this way, the problem is identified, and it is facilitated to take the necessary measures that lead to its effective management to save electricity. Energy savings can be achieved by studying the results from device records are to reduce the waste of energy and the electricity bill.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω πρώτα απ' όλα την οικογένειά μου που με στήριξε τόσα χρόνια για να ολοκληρώσω τις σπουδές μου και μου έδειξε τόση πολύ αγάπη και κατανόηση. Επίσης, ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Χαραλάμπους Ονούφριο για την έμπνευση της ιδέας, την πολύτιμη βοήθειά και την στήριξή του. Επιπλέον, ευχαριστώ πολύ τους καθηγητές του τμήματος Ψηφιακών Συστημάτων που μου εμπλούτισαν τις γνώσεις μέσω των μαθημάτων. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω πολύ τους φίλους μου τον Μιχαήλ Άγγελο, τον Μιχάλη και τον Σπύρο, οι οποίοι εκτός από την στήριξή τους με βοήθησαν στην ολοκλήρωση της εργασίας.

Στυλιανή Κωνσταντίνα Δημησιάνου

Ιούλιος 2023

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	VII
ABSTRACT	IX
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	XI
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	XIII
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΡΙΣΗ.....	3
2.1 ΑΙΤΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΡΙΣΗΣ	4
2.2 ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	4
2.3 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΥΦΕΣΗ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΩΝ	4
2.4 Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	7
2.4.1 Περιβαλλοντικά οφέλη	7
2.4.2 Οικονομικά οφέλη.....	7
2.4.3 Κοινωνικά οφέλη	7
2.5 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	10
2.5.1 Η ηλεκτρική ενέργεια στα νοικοκυριά	10
2.5.2 Προσέγγιση εργασίας	10
3 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	13
3.1 ΥΛΙΚΟ	13
3.1.1 Έξυπνη πρίζα Taro 110	13
3.2 ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ.....	14
3.2.1 Visual Studio Code	14
3.2.2 GitHub.....	14
3.2.3 Εφαρμογή Tarο.....	15
3.2.4 Η γλώσσα προγραμματισμού Python.....	16
3.2.5 Βιβλιοθήκες της Python	16
3.3 ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΥΛΙΚΟΥ ΚΑΙ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ	17

4	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΞΥΠΝΗΣ ΠΡΙΖΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ.....	19
4.1	ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΚΥΡΙΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ.....	19
4.2	ΚΩΔΙΚΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ	22
4.3	ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ ΠΙΤΑΣ	25
5	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΟ ΦΟΙΤΗΤΙΚΟ ΣΠΙΤΙ	31
5.1	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΟΙΚΙΑΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ	31
5.1.1	<i>Εκτίμηση υπόλοιπων συσκευών</i>	<i>32</i>
5.2	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΧΡΗΣΗΣ	32
5.3	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΟΙΚΙΑΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ.....	33
5.4	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ.....	34
5.4.1	<i>Παρουσίαση μέσης κατανάλωσης κάθε συσκευής</i>	<i>43</i>
5.5	ΚΑΤΑΜΕΡΙΣΜΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	45
5.6	ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΣΥΣΚΕΥΩΝ	46
6	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	51
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	53

1 Εισαγωγή

Σε κάθε εποχή παρατηρείται να εμφανίζονται διάφορα προβλήματα και προκλήσεις που καλείται να αντιμετωπίσει η ανθρωπότητα. Τελευταία ένα από τα φαινόμενα που επηρεάζει αρκετά την ποιότητα ζωής σε όλους τους τομείς είναι η ενεργειακή κρίση. Οι ισορροπίες που έχουν διαταραχθεί έχουν αντίκτυπο σε κοινωνικό, οικονομικό και περιβαλλοντικό επίπεδο.

Τα οικονομικά προβλήματα σε συνδυασμό με την ρύπανση του περιβάλλοντος λόγω των παραδοσιακών πηγών ενέργειας έχουν δημιουργήσει έναν καταστροφικό συνδυασμό. Καθώς η ενέργεια συνδέεται με όλους τους τομείς που αποτελείται η σημερινή κοινωνία, μια πιθανή διατάραξή της μπορεί να επιφέρει πολλές επιπτώσεις αν δεν παρθούν μέτρα άμεσα. Τα νοικοκυριά πλήττονται ολοένα και περισσότερο από τις αυξήσεις των τιμών διάφορων πηγών ενέργειας, όπως το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η ζήτηση για ηλεκτρικό ρεύμα που σημαίνει ότι αυξάνεται η τιμή του. Η χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα νοικοκυριό είναι αναπόφευκτη καθώς πολλές συσκευές λειτουργούν μόνο αυτό και για αυτό τον λόγο η χρήση τους θα πρέπει να είναι ελεγχόμενη..

Η αντιμετώπιση στο ενεργειακό πρόβλημα που ταλαιπωρεί τα νοικοκυριά αλλά και τους φοιτητές είναι να γίνει των ενεργειακών δαπανών. Μια προσέγγιση που μπορεί να φέρει μια βελτίωση στο πρόβλημα είναι ο έλεγχος της κατανάλωσης των συσκευών, ο οποίος πραγματοποιείται με χρήση έξυπνων πριζών. Με αυτόν τον τρόπο, οι καταναλωτές μπορούν να έχουν μια καλύτερη εικόνα της κατανάλωσης τους και να εντοπίσουν τις πιο ενεργοβόρες συσκευές ώστε να λάβουν τα αντίστοιχα μέτρα. Για τη συλλογή και ανάλυση των δεδομένων κατανάλωσης, αναπτύχθηκε κώδικας με την χρήση της γλώσσας προγραμματισμού Python, ο οποίος πραγματοποιεί τη σύνδεση με τις έξυπνες πρίζες, την ανάγνωση των δεδομένων και την αποθήκευσή τους.. Έπειτα, τα δεδομένα αυτά μπορούν να αναλυθούν για να εξαχθούν χρήσιμες πληροφορίες και συμπεράσματα μέσω της δημιουργίας γραφημάτων στα οποία παρουσιάζονται τα επίπεδα της ενεργειακής κατανάλωσης των διάφορων οικιακών συσκευών..

Μια ενδιαφέρουσα προσέγγιση είναι η σύγκριση της κατανάλωσης ενός οικογενειακού σπιτιού με ένα φοιτητικό σπίτι που διαθέτει περισσότερες οικιακές συσκευές. Με

αυτόν τον τρόπο, μπορεί να γίνει εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την επίδραση των συσκευών στην κατανάλωση ενέργειας και να βρεθούν τρόποι εξοικονόμησης για την χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας.

Τέλος, η δημιουργία ενός διαγράμματος πίτας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την οπτική παρουσίαση της πιο ενεργοβόρας συσκευής. Επίσης, φαίνεται και η ετήσια συνολική κατανάλωση με βάση τα δεδομένα που συλλέχθηκαν.

Με τη χρήση έξυπνων πριζών, την ανάλυση των δεδομένων κατανάλωσης και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων μέσω διαγραμμάτων, μπορούν να εξαχθούν αποτελέσματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε να γίνει εξοικονόμηση ενέργειας που με την σειρά τους μειώνουν τις ενεργειακές δαπάνες των νοικοκυριών.

2 Ενεργειακή Κρίση

Κατά την διάρκεια του έτους 2022 παρατηρήθηκε στην αγορά ενέργειας αυξημένη αστάθεια. Μερικές από τις αιτίες ξεκίνησαν να υφίστανται αρκετά χρόνια πριν, αλλά με το πέρασμα των χρόνων έχουν γίνει περισσότερο αισθητές. Ο όρος ενεργειακή κρίση αναφέρεται σε μια κατάσταση, κατά την οποία υπάρχει έλλειψη ή αστάθεια στην παροχή ή τη χρήση ενέργειας. Αυτό το ζήτημα έχει επηρεάσει αρκετό κόσμο ανά την επικράτεια, κυρίως τα νοικοκυριά αλλά και τις επιχειρήσεις.

Σύμφωνα με την αναφορά μιας έρευνας που έχει διεξαχθεί από τον Συνήγορο του Πολίτη για το 2015, διαπιστώθηκε ότι το οικονομικό πρόβλημα που αντιμετωπίζουν οι πολίτες στις περιοχές δυσκολεύονται να καλύψουν τις ανάγκες τους λόγω του αυξημένου ποσού των λογαριασμών. Η ποιότητα ζωής των πολιτών όλο και μειώνεται καθώς αδυνατούν να έχουν επαρκή πρόσβαση στις βασικές ανάγκες μιας κατοικίας όπως είναι η θέρμανση, η ψύξη [1].

Σύμφωνα με την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία του για το έτος 2017 παρουσιάζει τον μέσο όρο της ηλεκτρικής κατανάλωσης κάθε νοικοκυριού, το οποίο κυμαίνεται στις 3750 kWh ετησίως. Στον Πίνακα 1 απεικονίζονται τα ποσοστά κατανομής της ηλεκτρικής ενέργειας των νοικοκυριών στην χώρα στις διάφορες κατηγορίες χρήσης [2].

Πίνακας 1: Ποσοστό χρήσης δραστηριοτήτων των νοικοκυριών

Τελική χρήση	Ποσοστό %
Μαγείρεμα	38,4
Ψυγείο	14,7
Πλυντήριο ρούχων	10,6
Φωτισμός	6,6
Ψύξη χώρων	4,9

2.1 Αίτια ενεργειακής κρίσης

Οι τιμές της ενέργειας γενικότερα έχουν σημειώσει δραματική αύξηση τον τελευταίο χρόνο και έχει χαρακτηριστεί ως μεγαλύτερη αιτία η εισβολή της Ρωσίας στην Ουκρανία, η οποία ξεκίνησε στις 24 Φεβρουαρίου 2022. Υπάρχουν όμως και άλλες αιτίες, καθώς εδώ και πολλά χρόνια ήδη ανέβαινε η τιμή σταδιακά. Η μεταστροφή στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας συνέβαλε στο κλείσιμο και τον περιορισμό εργοστασίων παραγωγής ενέργειας άνθρακα και λιγνίτη τα οποία είναι τοξικά προς το περιβάλλον.

Επίσης, οι γεωπολιτικές συγκρούσεις μεταξύ χωρών μπορούν να επιφέρουν ενεργειακές αναταραχές, όπως η αύξηση της τιμής του φυσικού αερίου, το οποίο δεν εισάγει πλέον η Ευρωπαϊκή Ένωση από την Ρωσία. Αυτό έχει ως αντίκτυπο η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται σε σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής, οι οποίοι λειτουργούν με αέριο, να επιφέρουν συνέπειες στην τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος. [1] [3]

2.2 Κλιματική αλλαγή και ενέργεια

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έκρινε αναγκαία την μείωση της εκπομπής του διοξειδίου του άνθρακα που είναι η κύρια αιτία που προκαλεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου που συμβάλλει στην κλιματική αλλαγή. Στο πλαίσιο αυτό, έχει στραφεί η προσοχή στην αύξηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ώστε να ενισχυθεί η ενεργειακή απόδοση.

Είναι πολύ σημαντική η εξασφάλιση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που θα καλύπτουν τις ανάγκες της αγοράς με αποτέλεσμα να υπάρχει θετικό αντίκτυπο προς το περιβάλλον. Μάλιστα, τον Μάρτιο του 2022 οι ηγέτες της ΕΕ είχαν συμφωνήσει ως προς την σταδιακή μείωση των ορυκτών καυσίμων που χρησιμοποιούνται στην Ευρώπη. Εξαιτίας όμως της ενεργειακής κρίσης εκτινάχθηκαν οι τιμές των υπόλοιπων πηγών ενέργειας ακόμα και αυτή του ηλεκτρικού ρεύματος φέρνοντας αναγκαστικά στο προσκήνιο την αύξηση χρήσης ορυκτών καυσίμων για να φτάσει σε επαρκή σημείο η παραγωγή της. [1]

2.3 Οικονομική ύφεση νοικοκυριών

Η έντονη παρουσία της ενεργειακής κρίσης έφερε προβλήματα σε πολλούς τομείς κυρίως τον οικονομικό τομέα. Η κατάσταση των νοικοκυριών στην πληρωμή των λογαριασμών ηλεκτρικού ρεύματος χειροτερεύει σε συνδυασμό με την εμφάνιση του πληθωρισμού, ο

οποίος βρίσκεται σε αρκετά υψηλό επίπεδο σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ σημειώνοντας αύξηση 4,1% το τελευταίο χρόνο του 2022. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα πολλές οικογένειες να αδυνατούν να πληρώσουν τους λογαριασμούς τους καθώς μερικές από αυτές αντιμετωπίζουν μεγαλύτερο πρόβλημα αν ένα ή περισσότερα μέλη τους είναι φοιτητές και βρίσκονται σε άλλη πόλη για σπουδές.

Στην Ελλάδα ένα μεγάλο ποσοστό φοιτητών που αγγίζει το 86% ανήκει σε προπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών. Οι φοιτητές, που σπουδάζουν σε διαφορετική πόλη και νοικιάζουν δικό τους σπίτι για να βρίσκονται κοντά στο πανεπιστήμιο για την ολοκλήρωση των σπουδών τους πολλές φορές αντιμετωπίζουν οικονομικά προβλήματα. Η αύξηση του κόστους ζωής που έχει φέρει η ενεργειακή κρίση επιβαρύνει τον οικογενειακό προϋπολογισμό σημαντικά [4].

2.4 Η σημασία της εξοικονόμησης της ενέργειας

Η ηλεκτρική ενέργεια είναι η κύρια πηγή ενέργειας που χρειάζεται στην καθημερινή ζωή, η οποία όμως έχει και ένα κόστος σε οικονομικό αλλά και περιβαλλοντικό επίπεδο. Η εξοικονόμηση της λοιπόν, μπορεί να συμβάλει στους λογαριασμούς ρεύματος προκειμένου να μειωθούν αλλά και ταυτόχρονα θα μειωθεί και η ρύπανση του περιβάλλοντος.

2.4.1 Περιβαλλοντικά οφέλη

Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό οργανισμό περιβάλλοντος η καύση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί μια από τις κύριες πηγές εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα με συνέπεια να αυξάνεται το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η μείωση της κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας και η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορεί να συμβάλει στην πτώση της ζήτησης για την παραγωγή της που αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την περιορισμένη εκπομπή αερίων στην ατμόσφαιρα. Αυτό θα βοηθήσει στο να μειωθούν οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, όπως η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, τα ακραία καιρικά φαινόμενα και η απώλεια βιοποικιλότητας [5].

2.4.2 Οικονομικά οφέλη

Τα οικονομικά οφέλη που κυρίως προκύπτουν από την εξοικονόμηση της ηλεκτρικής ενέργειας είναι η μείωση των λογαριασμών ενέργειας. Υπάρχουν πολλοί τρόποι για να επιτευχθεί αυτό καθώς σε ένα νοικοκυριό υπάρχουν πολλές συσκευές που καταναλώνουν ρεύμα οι οποίες μπορούν να ρυθμιστούν ή να αντικατασταθούν με νέες και πιο φιλικές προς το περιβάλλον. Ωστόσο με την μείωση αυτή θα ελαττωθεί και το αποτύπωμα άνθρακα αυτό συμβάλλοντας σε ένα πιο βιώσιμο περιβάλλον.

2.4.3 Κοινωνικά οφέλη

Η εξοικονόμηση ενέργειας έχει και κοινωνικά οφέλη. Για παράδειγμα, αν μειωθεί η κατανάλωση της ενέργειας σημαίνει ότι μειώνεται και η ζήτησή της που αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του κόστους για όλους. Σύμφωνα με στοιχεία του ΑΔΜΗΕ, σημειώθηκε μείωση σε ποσοστό 18,6% που οφείλεται στα νοικοκυριά και στις μικρές και στις μεσαίες επιχειρήσεις. Αυτό μπορεί να καταστήσει την ηλεκτρική ενέργεια πιο προσιτή και προσβάσιμη στα νοικοκυριά χαμηλού εισοδήματος που αγγίζουν το 14,8% σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ του 2019. Τέλος, η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας

μπορεί να συμβάλει στη μείωση της υπερφόρτωσης στο ηλεκτρικό δίκτυο, το οποίο μπορεί να βοηθήσει στην αποφυγή διακοπής του [6] [7].

2.5 Μεθοδολογία εργασίας

2.5.1 Η ηλεκτρική ενέργεια στα νοικοκυριά

Η ενεργειακή κρίση σε συνδυασμό με τα παραπάνω προβλήματα που αναλύθηκαν σημαίνει ότι θα πρέπει να ευαισθητοποιηθούν οι πολίτες αλλά και οι επιχειρήσεις για την σωστή διαχείριση της κατανάλωσης του ηλεκτρικού ρεύματος. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι συγκεκριμένα η κατανάλωση που πραγματοποιούν τα νοικοκυριά είναι δύσκολο να προβλεφθεί λόγω της πολυπλοκότητας και της ποικιλομορφίας ως προς την χρήση τους. Ήδη με την ανάπτυξη της οικονομίας και του βιοτικού επιπέδου η κατανάλωση ενέργειας στον τομέα αυτό έχει συμβάλει σε ένα αυξημένο ποσοστό της χρήσης της στον τομέα των νοικοκυριών που αγγίζει έως και το 27% στην Ευρώπη.

2.5.2 Προσέγγιση εργασίας

Σύμφωνα λοιπόν, με όλα τα παραπάνω η παρούσα εργασία ασχολείται με το πρόβλημα αυτό ώστε να γίνει όσο τον δυνατόν ελαχιστοποίηση της χρήσης της ενέργειας. Προτείνεται μια προσέγγιση που βασίζεται στη χρήση έξυπνων πριζών για τη μέτρηση της κατανάλωσης των οικιακών συσκευών σε ένα σπίτι. Η επιπλέον λύση που δίνει η χρήση του προγράμματος είναι ότι μπορεί να παίρνει μετρήσεις ανά δευτερόλεπτο που αυτό έχει ως αποτέλεσμα να φαίνεται πόσα Watts καταναλώνει μια συσκευή, η οποία δεν είναι ενεργή καθ' όλη την διάρκεια αλλά μόνο σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές. Επίσης εφόσον γίνει συλλογή των δεδομένων σε ένα αρχείο υπάρχει η δυνατότητα επεξεργασίας τους και λήψης συμπερασμάτων με την χρήση των διαγραμμάτων. Σε σχέση με τα έτοιμα δεδομένα που δίνονται από την εφαρμογή της Tapo δεν είναι επαρκή για να έχει ο καταναλωτής μια πιο συλλογική εικόνα για την συσκευή του καθώς δείχνει στιγμιαία την ισχύ που καταναλώνει.

Στη συνέχεια, η εργασία θα αναλύσει την κατανάλωση που πραγματοποιείται σε ένα φοιτητικό σπίτι δημιουργώντας ένα φοιτητικό προφίλ και στη συνέχεια θα συγκριθεί με ένα οικογενειακό προφίλ. Ο στόχος είναι να συγκεντρωθούν οι συσκευές και να παρουσιαστεί το αποτέλεσμα πόση ενέργεια συγκεντρώνουν από την συνολική κατανάλωση σε ένα σπίτι. Για αυτό τον λόγο παρέχονται στους καταναλωτές αναλυτικές πληροφορίες σχετικά με την ενεργειακή κατανάλωση των συσκευών τους, προσφέροντας έτσι τη δυνατότητα για ενημέρωση, επίγνωση και λήψη αποφάσεων βασισμένων στα δεδομένα.

Μέσω της ανάλυσης των δεδομένων και της παροχής συστάσεων για εξοικονόμηση, πρέπει να γίνει μείωση της κατανάλωσης των οικιακών συσκευών για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης τους.

3 Εξοπλισμός εργασίας

3.1 Υλικό

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση της εργασίας είναι δύο έξυπνες πρίζες Tapo P110 (Εικόνα 1) της εταιρίας TP-LINK μέσω των οποίων γίνονται οι μετρήσεις της ηλεκτρικής κατανάλωσης των συσκευών που συνδέονται σε αυτές χρησιμοποιώντας την μονάδα μέτρησης Watt.



Εικόνα 1: Η έξυπνη πρίζα TAPO 110

3.1.1 Έξυπνη πρίζα Tapo 110

Η επιλογή του συγκεκριμένου εξοπλισμού έγινε λαμβάνοντας υπόψη πολλούς παραμέτρους. Ανάμεσα σε αυτούς μερικοί ήταν η προσιτή τιμή, η εύκολη τοποθέτηση για την πραγματοποίηση των μετρήσεων αλλά και η εύχρηστη χρήση της εφαρμογής Tapo που παρέχεται από την εταιρεία. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι υπάρχει και το μοντέλο Tapo 100, αλλά προτιμήθηκε το μοντέλο 110 για τον λόγο ότι υποστηρίζει μεγαλύτερη ένταση ρεύματος που φτάνει τα 16A, ενώ παράλληλα έχει μικρότερο μέγεθος και διαθέτει πρόσθετη λειτουργία ασφάλειας που προστατεύει τη συσκευή από υπέρταση και βραχυκύκλωμα. Επίσης, διαθέτει την βιβλιοθήκη PyP110 που είναι γραμμένη στην γλώσσα προγραμματισμού Python για την άντληση των δεδομένων από την έξυπνη πρίζα. Στην συνέχεια, αναφέρονται μερικά από τα χαρακτηριστικά της πρίζας Tapo ξεκινώντας από το κομμάτι του δικτύου. Το πρωτόκολλο που χρησιμοποιεί είναι το IEEE 802.11b/g/n, το wireless type είναι στα 2.4 GHz και το σύστημα του λειτουργικού είναι από Android

5.0 και πάνω ή iOS 10.0 και πάνω. Διαθέτει κουμπί ενεργοποίησης που ενεργοποιεί και απενεργοποιεί την παροχή ρεύματος στην συνδεδεμένη συσκευή και λαμπάκι LED για την γρήγορη εμφάνιση της κατάστασης της συσκευής. Τέλος, η μέγιστη ισχύς μιας οικιακής συσκευής που μπορεί να μετρήσει η έξυπνη πρίζα είναι τα 3680W.

3.2 Λογισμικό

Το λογισμικό που επιλέχθηκε είναι το Visual Studio Code για την συγγραφή και ανάπτυξη των προγραμμάτων και το GitHub για την καταγραφή των αλλαγών. Επιπρόσθετα, έγινε χρήση της εφαρμογής που παρέχει η εταιρία TP-Link για τις πρίζες Tapo ώστε να γίνει η επαλήθευση των δεδομένων. Η γλώσσα προγραμματισμού που γράφτηκε ο κώδικας είναι η Python.

3.2.1 Visual Studio Code

Το Visual Studio Code ή VS Code είναι ένα περιβάλλον ανάπτυξης που χρησιμοποιείται κυρίως για την επεξεργασία πηγαίου κώδικα από πολλούς προγραμματιστές, το οποίο δημιουργήθηκε από την εταιρεία της Microsoft μαζί με την Electron Framework.

Το VS Code έχει πολλά πλεονεκτήματα που το καθιστούν ελκυστική επιλογή καθώς είναι ελαφρύ πρόγραμμα, γρήγορο και ευέλικτο. Ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά του είναι η επεκτασιμότητα που διαθέτει, που σημαίνει ότι μπορούν να φορτωθούν επεκτάσεις (extensions), όπως για παράδειγμα η αναγνώριση μιας νέας γλώσσας προγραμματισμού (στην συγκεκριμένη περίπτωση χρησιμοποιείται η Python) και άλλα.

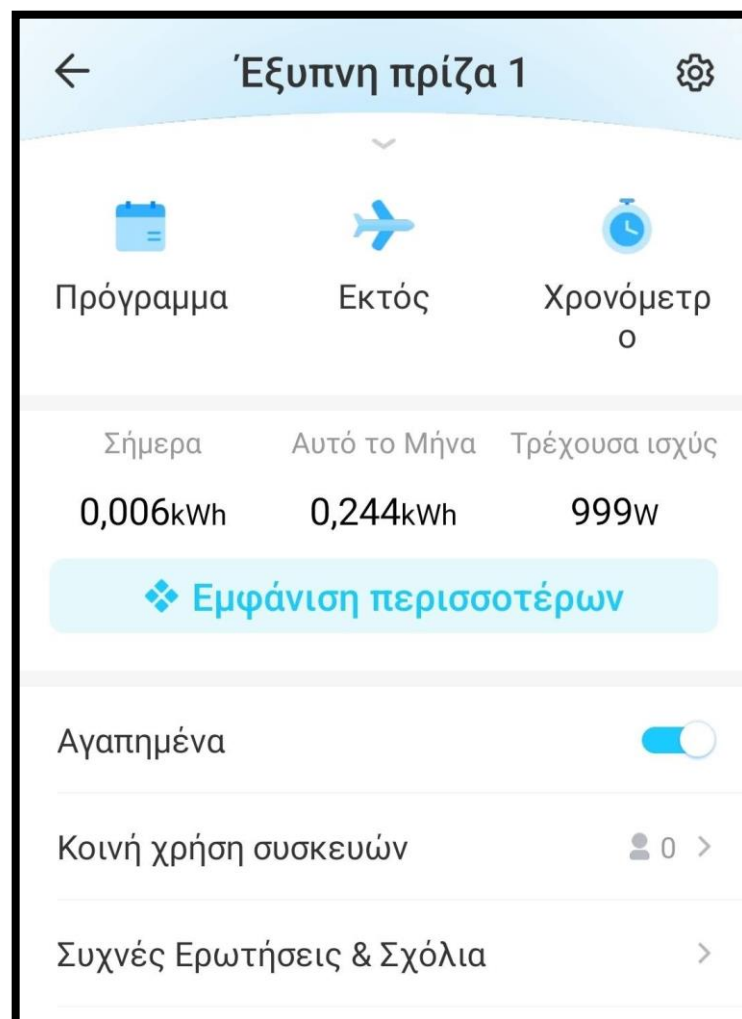
3.2.2 GitHub

Το GitHub είναι μια εταιρεία θυγατρική της Microsoft που εξαγοράστηκε από το 2018, χρησιμοποιεί το Git προκειμένου να παρέχει φιλοξενία στην έκδοση ανάπτυξης προγραμμάτων. Πιο συγκεκριμένα, η πλατφόρμα έχει καθιερωθεί ως ένα από τα πιο δημοφιλή εργαλεία των προγραμματιστών για τις πολλές υπηρεσίες που διαθέτει, όπως για παράδειγμα να αποθηκεύονται τα προγράμματα, η δημιουργία Pull Request, και η συνεργασία πολλών προγραμματιστών σε ένα έργο λογισμικού.

Ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά είναι ότι είναι εφαρμογή Web παρέχει ένα εύκολο γραφικό περιβάλλον που διευκολύνει την χρήση από νέους προγραμματιστές που δεν είναι εξοικειωμένοι με τις εντολές του Git.

3.2.3 Εφαρμογή Tapo

Οι έξυπνες συσκευές της TP-link έχουν την δυνατότητα ρύθμισης πολλών λειτουργιών μέσω της εφαρμογής Tapo. Αναλυτικότερα, η εφαρμογή επιτρέπει την διαχείριση των συσκευών από το κινητό τηλέφωνο και είναι διαθέσιμη για λήψη μέσω του Google Play Store ή App Store. Με την δημιουργία λογαριασμού το επόμενο βήμα είναι η σύνδεση της έξυπνης συσκευής στον λογαριασμό του χρήστη μέσω της εφαρμογής χρησιμοποιώντας το Wi-Fi του σπιτιού. Η πρόσβαση στις δυνατότητες διαχείρισης της συσκευής είναι ποικίλες όπως για παράδειγμα απομακρυσμένο έλεγχο, ο οποίος επιτρέπει την ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση της, ο χρονοδιακόπτης των συσκευών, που με την σειρά του έχει την ιδιότητα του προγραμματισμού για την έναρξη ή τον τερματισμό της λειτουργίας, να στέλνει ειδοποιήσεις όταν εντοπίζει κάποιες ενέργειες και άλλα. Αυτό την καθιστά πολύτιμη για την εργασία καθώς με την δημιουργία του κώδικα γίνεται η μετατροπή και επεξεργασία των λειτουργιών της έξυπνης πρίζας.



Εικόνα 2: Εφαρμογή Tapo

3.2.4 Η γλώσσα προγραμματισμού Python

Η Python είναι μια γλώσσα υψηλού επιπέδου, η οποία δημιουργήθηκε από τον Guido van Rossum και κυκλοφόρησε για πρώτη φορά το 1991. Λόγω της απλής σύνταξης που διαθέτει είναι ιδανική για αρχάριους προγραμματιστές και την καθιστά εύκολη την ανάπτυξη προγραμμάτων. Ο λόγος που επιλέχθηκε για την συγκεκριμένη εργασία πέρα από την ευκολία στην σύνταξή της είναι ότι υπάρχει μεγάλη ποικιλία διάφορων εργαλείων και βιβλιοθηκών που επεκτείνουν τις δυνατότητες της Python και διευκολύνουν τους προγραμματιστές καθώς δεν χρειάζεται να γίνει συγγραφή κώδικα, ο οποίος έχει ήδη υλοποιηθεί από κάποιον άλλον με αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγικότητας.

3.2.5 Βιβλιοθήκες της Python

Matplotlib

Πιο συγκεκριμένα, οι βιβλιοθήκες που παρέχονται για την ανάπτυξη συνείσφεραν στην υλοποίηση του κώδικα. Για παράδειγμα η βιβλιοθήκη matplotlib επιτρέπει την εύκολη δημιουργία γραφημάτων.

CSV

Το CSV (Comma-Separated Values) είναι αρχείο κειμένου με συγκεκριμένη μορφή και επιτρέπει τα δεδομένα να αποθηκεύονται σε πινακοειδή μορφή. Η μορφή αυτή επιτρέπει στο αρχείο την εισαγωγή δεδομένων χωρισμένα συνήθως με κόμματα (,).

Time

Στην συνέχεια, η βιβλιοθήκη time είναι μια ενσωματωμένη λειτουργική μονάδα που προσφέρει διάφορες λειτουργίες, οι οποίες σχετίζονται με τον χρόνο, όπως την μέτρηση χρονικών διαστημάτων, αναστολή της εκτέλεσης του προγράμματος σε καθορισμένο χρόνο, χειρισμός χρονικών στιγμών, μορφοποίηση ημερομηνίας και ώρας και άλλα.

Configparser

Επιπρόσθετα, η βιβλιοθήκη configparser παρέχει διαχείριση αρχείων διαμόρφωσης του προγράμματος στη μορφή INI, το οποίο επιτρέπει την εύκολη τροποποίηση των παραμέτρων χωρίς να αλλαχθεί ο πηγαίος κώδικας.

Pandas

Επιπλέον, η βιβλιοθήκη pandas είναι ανοιχτού κώδικα για χειρισμό δεδομένων, ανάλυση και οπτικοποίηση, ενώ επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την φόρτωση και αποθήκευση δεδομένων από ή προς άλλες πηγές, όπως ένα αρχείο CSV και άλλα.

PyP100

Τέλος, η πιο σημαντική βιβλιοθήκη για την υλοποίηση του προγράμματος της εργασίας είναι η PyP100, η οποία είναι υπεύθυνη για τον έλεγχο πολλών συσκευών της TP-Link Tapo, όπως έξυπνες πρίζες, λάμπες, κάμερες και άλλα. Στην συγκεκριμένη περίπτωση χρησιμοποιείται γιατί αντλεί τα δεδομένα που αφορούν την κατανάλωση ενέργειας που συλλέγει η έξυπνη πρίζα.

3.3 Αλληλεπίδραση υλικού και λογισμικού

Η συνεργασία των παραπάνω βιβλιοθηκών πραγματοποιείται σε τρία απλά στάδια. Αρχικά, αφού γίνει η τοποθέτηση της έξυπνης πρίζας σε μια ηλεκτρική συσκευή και μπει σε λειτουργία, πρέπει να γίνει εκκίνηση του προγράμματος στον υπολογιστή ώστε να ξεκινήσει να συλλέγει τα δεδομένα σε ένα αρχείο. Με την ολοκλήρωση της καταγραφής έχοντας συγκεντρωμένες της μετρήσεις γίνεται η μετάβαση του αρχείου σε άλλο πρόγραμμα για την δημιουργία των γραφημάτων.

4 Προγραμματισμός της έξυπνης πρίζας για την ανάκτηση μετρήσεων

Το παρόν κεφάλαιο επικεντρώνεται στην σωστή διαχείριση της ηλεκτρικής ενέργειας του νοικοκυριού. Ο τρόπος της μέτρησης έγινε με την χρήση της έξυπνης πρίζας Taro 110, η οποία επιτρέπει την συνεχή μέτρηση και ανάλυση της κατανάλωσης ενέργειας των συνδεδεμένων συσκευών. Επιπλέον, θα εξεταστεί αναλυτικά ο κώδικας που χρησιμοποιείται για την ανάκτηση αυτών των μετρήσεων με το πρόγραμμα της έξυπνης πρίζας και στη συνέχεια θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα στα αντίστοιχα διαγράμματα.

4.1 Ανάλυση της διαδικασίας του κύριου προγράμματος

Σε αυτή την ενότητα θα αναλυθούν τα βήματα για το πως παράχθηκαν οι μετρήσεις και η εξαγωγή των γραφημάτων. Αρχικά, με την λήψη της εφαρμογής Tarot πρέπει να δημιουργηθεί ο λογαριασμός του χρήστη. Εφόσον γίνει αυτό και τοποθετηθεί η έξυπνη πρίζα στο ρεύμα, πρέπει να γίνει σύζευξη της έξυπνης πρίζας με τον λογαριασμό του χρήστη ακολουθώντας τις οδηγίες που δίνει η εφαρμογή. Στην συνέχεια, πρέπει να γίνει εκκίνηση του παρακάτω προγράμματος για να συνδεθεί το πρόγραμμα με την έξυπνη πρίζα.

```
if __name__ == "__main__":
    config = configparser.ConfigParser()
    config.read("config.ini")
    if config.sections() == []:
        config["digihome"] = {
            "IP": "xxx.xxx.xxx.xxx",
            "username": "xxxxxxxxxxxx",
            "password": "xxxxxxxxxxxx"
        }
        with open("config.ini", "w") as configfile:
            config.write(configfile)
        print("New 'config.ini' was created. Please edit and run again.")
        exit()
    else:
        try:
            username = "digihome"
            parameter = {}
            parameter["IP"] = config.get(username, "IP")
```

```

parameter["username"] = config.get(username, "username")
parameter["password"] = config.get(username, "password")
except:
    raise Exception("Invalid 'config.ini'.")2

```

Εικόνα 3: Δημιουργία αρχείου σύνδεσης με την έξυπνη πρίζα

Το παραπάνω κομμάτι κώδικα δημιουργεί ένα αρχείο config.ini, το οποίο αποτελείται από τρεις μεταβλητές, στις οποίες συμπληρώνονται τα παραπάνω στοιχεία IP, username και password του λογαριασμού της εφαρμογής. Η διεύθυνση IP μπορεί να βρεθεί στην μέσα στην εφαρμογή στην οθόνη των ρυθμίσεων και έπειτα στις πληροφορίες συσκευής.

```

try:
    p110 = PyP110.P110(
        parameter["IP"], parameter["username"], parameter["password"])
    p110.handshake()
    p110.login()
except:
    exit("Could not connect to plug. Please check IP, username and password.")
device = input('Write the name of the device: ')
print("Time\t\tPower[W]")

```

Εικόνα 4: Επαλήθευση δεδομένων

Στη παραπάνω Εικόνα 4 απεικονίζεται ένα απόσπασμα του προγράμματος, στο οποίο δημιουργείται αρχικά ένα αντικείμενο P110 εφόσον καλείται ο αντίστοιχος κατασκευαστής της κλάσης με τρία ορίσματα τα οποία είναι: parameter["IP"], parameter["username"], και parameter["password"]. Ακολουθεί η μέθοδος handshake(), η οποία καλείται από το **p110** αντικείμενο που δημιουργήθηκε προηγουμένως και εκτελεί την διαδικασία που είναι απαραίτητη για τη σύνδεση μεταγενέστερα. Έπειτα καλείται η μέθοδος login() για να πραγματοποιήσει τον έλεγχο ταυτότητας και ορθότητας των στοιχείων και εν συνεχεία την σύνδεση χρησιμοποιώντας τα στοιχεία που περιέχει το p110 αντικείμενο.

Στο τελευταίο κομμάτι, το except εκτελείται σε περίπτωση σφάλματος ή αποτυχίας του ελέγχου της ταυτότητας οπότε και θα εμφανιστεί προειδοποιητικό μήνυμα ώστε ο χρήστης να ελέγξει ξανά τα στοιχεία. Αφού ολοκληρωθεί ο έλεγχος, ο κώδικας ζητάει από το χρήστη να εισαγάγει το όνομα μιας συσκευής, το οποίο αργότερα εκχωρείται στη μεταβλητή device. Τέλος, εκτυπώνει τις κεφαλίδες "Time" και "Power[W]" και προχωρά στην ανάκτηση και την εμφάνιση δεδομένων κατανάλωσης ενέργειας από την καθορισμένη συσκευή.

```

csvfile = open(device + '.csv', 'w', newline='')
writer = csv.writer(csvfile, delimiter="," , dialect="excel")
last_power = 0
while True:

```

```

try:
    while True:
        try:
            usage = pl10.getEnergyUsage()
        except:
            print("Error getting usage. Retrying in 10 seconds...")
            time.sleep(10)
        else:
            break

```

Εικόνα: 5 Δημιουργία CSV αρχείου

Στην συνέχεια, αναλύοντας το παραπάνω πρόγραμμα της Εικόνα: 5 ανοίγει ένα αρχείο CSV με όνομα με βάση την τιμή της μεταβλητής device. Το αρχείο ανοίγει σε λειτουργία εγγραφής και η newline παράμετρος ορίζεται σε μια κενή συμβολοσειρά. Ακολουθεί η δημιουργία ενός αντικειμένου εγγραφής CSV χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση `csv.writer()`. Ο τρόπος, με τον οποίο θα γίνεται ο διαχωρισμός των τιμών στο αρχείο CSV γίνεται με το κόμμα (,).

Επιπλέον, γίνεται η αρχικοποίηση της μεταβλητής `last_power` με τιμή μηδέν και στη συνέχεια ακολουθεί ο βρόχος `while true` για να συνεχίσει να εκτελείται το παρακάτω μπλοκ. Ο εσωτερικός βρόχος που χρησιμοποιεί `while True` χρησιμοποιείται για τον χειρισμό πιθανών σφαλμάτων που μπορεί να προκύψουν όταν προσπαθεί να λάβει απάντηση χρησιμοποιώντας τη μέθοδο `getEnergyUsage()`, που στην συγκεκριμένη περίπτωση επιχειρεί να ανακτήσει την κατανάλωση ενέργειας της συσκευής.

Τέλος, εάν παρουσιαστεί μια εξαίρεση (σφάλμα) κατά την ανάκτηση των δεδομένων. εκτυπώνεται ένα μήνυμα σφάλματος που υποδεικνύει το πρόβλημα και περιμένει για 10 δευτερόλεπτα χρησιμοποιώντας `time.sleep(10)` πριν προσπαθήσει ξανά.

```

if usage['error_code'] == 0:
    ltime = usage['result']['local_time'][11:]
    current_power = usage['result']['current_power']/1000
    try:
        if (csvfile.tell() == 0):
            writer.writerow(["Time", "Power[W]"])
        if (current_power > 0):
            writer.writerow([ltime, current_power])
            print(ltime, "\t", current_power)
        if (current_power == 0):
            if (last_power != 0):
                print(ltime, "Device is not drawing any power.")
            last_power = current_power
    except Exception as e:
        print("Error writing to CSV file. Terminating program.", e)
        csvfile.close()
        exit(-1)
    else:
        print(f"Error code {usage['error_code']}")
        time.sleep(1)

```

```
except KeyboardInterrupt:
    csvfile.close()
    print("Exiting program...")
    exit(0)
```

Εικόνα 6: Καταγραφή των δεδομένων σε αρχείο CSV

Στην παραπάνω Εικόνα 6 παρουσιάζεται το τελικό κομμάτι του κώδικα, το οποίο συλλέγει τις καταγραφές σε ένα αρχείο CSV. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται αρχικά έλεγχος αν η μεταβλητή είναι ίση με το μηδέν. Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχει σφάλμα ενώ σε αντίθετη περίπτωση εκτυπώνεται μήνυμα σφάλματος. Επιπλέον, υπάρχουν δύο μεταβλητές. Η πρώτη με το όνομα ltime περιέχει την τοπική ώρα και η δεύτερη current_power περιέχει την ισχύ (σε Watt) της συσκευής ενώ ύστερα διαιρείται με το 1000 για να γίνει η μετατροπή σε mW.

Στο επόμενο απόσπασμα του κώδικα αναλύεται ο μηχανισμός σφαλμάτων try και ακολουθεί ο έλεγχος αν η μεταβλητή βρίσκεται στην αρχή του αρχείου. Αφού συμφωνήσει με τον έλεγχο, προχωράει παρακάτω αναγράφοντας τις κεφαλίδες Time και Power[W] χρησιμοποιώντας τη μεταβλητή, η οποία είναι πιθανώς ένα αντικείμενο εγγραφής CSV. Επιπλέον, σε μια γραμμή καταγράφεται η τοπική ώρα και η τρέχουσα ισχύ εμφανίζοντας τα παράλληλα στην οθόνη του χρήστη με την βοήθεια των συναρτήσεων write και print εφόσον η τρέχουσα ισχύς είναι μεγαλύτερη από το μηδέν. Η τελευταία γραμμή στο μπλοκ εκχωρεί την τρέχουσα ισχύ στη μεταβλητή, ενώ σε περίπτωση που είναι το last_power διάφορο του μηδενός, εκτυπώνεται το προειδοποιητικό μήνυμα ότι η συσκευή δεν καταναλώνει άλλο ρεύμα.

Προσθέτως, στο κομμάτι της εξαίρεσης (except) εκτυπώνει ένα μήνυμα που αναφέρει ότι παρουσιάστηκε σφάλμα κατά την εγγραφή στο αρχείο CSV και έτσι κλείνει το αρχείο CSV. Τέλος, εκτυπώνεται ένα μήνυμα που λέει ότι το πρόγραμμα τερματίζεται χρησιμοποιώντας τη διακοπή από το πληκτρολόγιο (Ctrl + C) και ύστερα γίνεται παύση του προγράμματος για ένα δευτερόλεπτο πριν από την επανάληψη.

4.2 Κώδικας για την δημιουργία γραφημάτων

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζεται ο κώδικας στην Εικόνα 8ο οποίος είναι υπεύθυνος για την δημιουργία των γραφημάτων του κάθε αρχείου μετρήσεων. Τα αρχεία μετρήσεων είναι χωρισμένα ανά συσκευή. Στην Εικόνα 7 απεικονίζεται το περιεχόμενο ενός τέτοιου αρχείου και αποτελείται από δύο στήλες: την Time και Power[W].

measurements > radiator.csv

1	Time,Power[W]
2	18:09:59,1141.688
3	18:10:00,1141.688
4	18:10:01,1141.688
5	18:10:02,1139.251
6	18:10:03,1139.251
7	18:10:05,1139.251
8	18:10:06,1241.179
9	18:10:07,1241.179
10	18:10:08,1241.179

Εικόνα 7: Μορφή αρχείου CSV

Στο αρχείο αποθηκεύονται οι μετρήσεις ανά δευτερόλεπτο το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα να δημιουργούνται πολλές γραμμές στο αρχείο που ανάλογα με τον χρόνο μέτρησης μπορούν να φτάσουν και τις μερικές χιλιάδες. Για αυτό το λόγο η αναπαράστασή τους σε ένα διάγραμμα βοηθάει στην ευκολότερη κατανόηση αλλά στην εξαγωγή συμπερασμάτων από τις μετρήσεις της συσκευής. Στην Εικόνα 8 απεικονίζεται ο κώδικας στον οποίο δημιουργούνται τα διαγράμματα.

```
import sys
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import matplotlib.dates as mdates
narg = len(sys.argv)
if narg >= 2:
    filename = sys.argv[1]
else:
    filename = input('Enter the filename: ')

dataframe = pd.read_csv(filename)
dataframe['Time'] = pd.to_datetime(dataframe['Time'], format='%H:%M:%S')
time_points = []
kw = []
previous_power = None
for index, row in dataframe.iterrows():
    current_power = row['Power[W]']
    if previous_power is not None and current_power != previous_power:
        kw.append(current_power/1000)
        time_points.append(row['Time'])
    previous_power = current_power
fig, ax = plt.subplots()
ax.plot(time_points, kw)
ax.set_ylabel('Power [kW]')
ax.set_xlabel('Time [s]')
ax.set_ylim(ymin=0)
```

```
ax.xaxis.set_major_formatter(mdates.DateFormatter('%H:%M'))
fig.autofmt_xdate()
plotfilename = filename.split('.')[ -2] + ".png"
plt.savefig(plotfilename)
plt.show()
```

Εικόνα 8: Δημιουργία γραφήματος.

Αφού ο κώδικας εκτελεστεί ζητείται από τον χρήστη το όνομα του αρχείου του στο οποίο επιθυμεί να δημιουργήσει το γράφημα. Με το που γίνει η καταχώρηση του ονόματος, θα εκχωρηθεί σε μια μεταβλητή στο δεύτερο στοιχείο της λίστας `sys.argv`. Ένα κύριο ζήτημα για την βέλτιστη κατανόηση του γραφήματος είναι ότι δεν μπορούν να φαίνονται όλα τα δευτερόλεπτα και εμφανίζονται μόνο εκείνα που σημειώνεται διαφορά στα Watts. Σε μια κενή δομή λίστας που δημιουργείται, αποθηκεύονται τα χρονικά σημεία στα οποία υπάρχει διαφορά ισχύος στο `time_points`. Επιπρόσθετα, ο κώδικας επαναλαμβάνεται για κάθε σειρά του `DataFrame` χρησιμοποιώντας την συνάρτηση `iterrows()` συγκρίνοντας την τρέχουσα τιμή ισχύος με την προηγούμενη τιμή ισχύος για την ανίχνευση διαφορών. Εάν βρεθεί διαφορά, προστίθεται η αντίστοιχη τιμή χρόνου στη λίστα `time_points`. Επιπλέον, από τον κώδικα δημιουργούνται ένα σχήμα και ένα αντικείμενο άξονα από την εντολή `plt.subplots()` και τα εκχωρούνται στις `fig` και `ax` μεταβλητές αντίστοιχα ενώ ορίζει τους άξονες x ως «η ώρα» χρησιμοποιώντας την εντολή `ax.xaxis.set_major_formatter()` και στον y τοποθετείται η ετικέτα «Power». Τέλος, προστίθεται η επέκταση ".png" στο όνομα αρχείου που έχει εξαχθεί ως εικόνα που αναπαριστά το γράφημα της συσκευής.

```
dataframe = dataframe.set_index('Time').asfreq(
    '20S', fill_value=0).reset_index()
```

Εικόνα 9: Επιπλέον εντολή για κάποιες συσκευές

Για τις συσκευές στις οποίες πραγματοποιήθηκε μέτρηση δημιουργούνται γραφήματα από τα δεδομένα τους για καλύτερη κατανόησή τους. Στην Εικόνα 9 απεικονίζεται μια εντολή για συσκευές οι οποίες διαθέτουν θερμοστάτη. Αυτό είναι απαραίτητο καθώς οι οικιακές συσκευές περιλαμβάνουν ενσωματωμένο θερμοστάτη, ο οποίος χρησιμοποιείται για την διατήρηση της επιθυμητής θερμοκρασίας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα για κάποια δευτερόλεπτα σταματάει να καταναλώνει ισχύ και συνεχίζει στο επόμενο δευτερόλεπτο με αποτέλεσμα να μην γίνεται αντιληπτό στο γράφημα. Η συνάρτηση `asfreq('20S')` αλλάζει τη συχνότητα των χρονοσειρών σε 20 δευτερόλεπτα που σημαίνει ότι θα εμφανίζονται οι τιμές τους κάθε 20 δευτερόλεπτα. Η τιμή μιας χρονικής στιγμής

μετατρέπεται σε μηδέν σε περίπτωση που δεν έχει καταγραφεί κάποιο δεδομένο για αυτήν. Με αυτές τις ενέργειες, γίνεται προσθήκη στο DataFrame του μετασχηματισμού των χρονοσειρών έτσι ώστε να έχουν συχνότητα 20 δευτερολέπτων και να περιέχουν τιμές για κάθε χρονικό σημείο, ενώ οι τιμές που λείπουν γίνονται μηδέν.

4.3 Επεξήγηση του κώδικα για την δημιουργία γραφήματος πίτας

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται τα συμπεράσματα σχετικά με την κατανάλωση κάθε συσκευής συγκριτικά με τις υπόλοιπες. Συγκεντρώνοντας όλα τα γραφήματα από όλες τις συσκευές πρέπει να γίνει το πόρισμα μεταξύ όλων των γραφημάτων και η επεξήγηση σε ένα συγκεντρωτικό διάγραμμα πίτας ώστε να γίνει αντιληπτό τι ποσοστό καταλαμβάνει η κάθε οικιακή συσκευή στην κατανάλωση ενέργειας.

```
import os
import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt

if __name__ == "__main__":
    folder_path = "measurements/"
    all_files = os.listdir(folder_path)
    csv_files = [file for file in all_files if file.endswith('.csv')]
    print("Διαθέσιμα αρχεία CSV:")
    for i, file in enumerate(csv_files):
        print(f"{i+1}. {file}")
    selected_files = input(
        "Πληκτρολογήστε τους αριθμούς των επιλεγμένων αρχείων, χωρισμένους με κόμμα: ")
    if selected_files == "all":
        selected_files = list(range(len(csv_files)))
    else:
        selected_files = [int(f)-1 for f in selected_files.split(',')]
    files_read = []
    for i in selected_files:
        try:
            file_path = os.path.join(folder_path, csv_files[i])
            df = pd.read_csv(file_path, usecols=['Time', 'Power[W]'])
            files_read.append(df)
        except:
            print(f"Το αρχείο {csv_files[i]} είναι χαλασμένο")
            continue
    try:
        file_path = "devices_all.csv"
        devices_all = pd.read_csv(
            file_path)
    except:
        print(f"Το αρχείο devices_all είναι χαλασμένο")
    energy_consumptions = {}
    file_names = [csv_files[i] for i in selected_files]
    for i in range(len(files_read)):
        df = files_read[i]
        starttime = df['Time'].iloc[0]
```

```

endtime = df['Time'].iloc[-1]
elapsed_time = pd.to_datetime(endtime) - pd.to_datetime(starttime)
avg_power = np.average(df['Power[W]'])/1000
energy_consumptions[file_names[i]] = (
    elapsed_time.total_seconds()/3600)*avg_power

weekly_energy_consumptions = []

for key, value in energy_consumptions.items():
    energy_consumption = devices_all[devices_all['Name'] == key]['daily_usage'] * \
        devices_all[devices_all['Name'] ==
            key]['weekly_usage']*value
    weekly_energy_consumptions.append(
        energy_consumption.astype(int).values[0])

power_consumption_percedages = []
for i in range(len(weekly_energy_consumptions)):
    power_consumption_percedages.append(
        weekly_energy_consumptions[i]/sum(weekly_energy_consumptions))
file_names = [name.replace('.csv', '') for name in file_names]
file_names = ['κλιματιστικό', 'υπολογιστής', 'ψυγείο', 'πιστολάκι μαλλιών', 'σίδερο
ρούχων', 'φούρνος', 'μικρό μάτι κουζίνας',
    'δύο μάτια κουζίνας', 'φωτισμός', 'οθόνη', 'ηλεκτρικό καλοριφέρ', 'τη-
λεόραση', 'τοστιέρα', 'ηλεκτρική σκούπα', 'πλυντήριο ρούχων', 'ηλεκτρικός θερμοσίφωνας']

fig, ax = plt.subplots(figsize=(10, 10))
ax.pie(power_consumption_percedages, autopct="%1.1f%", pctdistance=1.1,
    textprops={'color': 'black'}, wedgeprops={'width': 0.5})
plt.legend(loc='upper right', labels=file_names, bbox_to_anchor=(
    1, 1), bbox_transform=plt.gcf().transFigure)
plt.show()

```

Εικόνα 10: Δημιουργία του διαγράμματος πίτας

Στην Εικόνα 10 απεικονίζεται ο κώδικας, ο οποίος δημιουργεί το διάγραμμα πίτας που περιλαμβάνει τις οικιακές συσκευές. Αρχικά, αφού προστεθούν οι απαραίτητες βιβλιοθήκες, γίνεται εκχώρηση της διαδρομής της τοποθεσίας των αρχείων CSV στη μεταβλητή `folder_path`. Στη συνέχεια, χρησιμοποιείται η συνάρτηση `os.listdir()` για την λήψη μιας λίστας με όλα τα αρχεία που βρίσκονται στον κατάλογο βρίσκεται στην μεταβλητή `folder_path`. Επιπλέον, γίνεται φιλτράρισμα της λίστας των αρχείων για να διατηρηθούν μόνο αυτά που τελειώνουν με την επέκταση `.csv` ενώ εν συνέχεια τα φιλτραρισμένα αρχεία αποθηκεύονται στη μεταβλητή `csv_files` λίστα. Αμέσως μετά στην δομή επανάληψης εκτυπώνεται στην οθόνη μια λίστα με τα ονόματα όλων των αρχείων συνοδευόμενα με αρίθμηση όπως φαίνεται στην Εικόνα 11, ώστε να επιλέξει ο χρήστης ποιες συσκευές θέλει να συμπεριληφθούν στο διάγραμμα της πίτας.

1. computer-2023-03-30T15.58.24Z02-00.csv
2. hair_dryer.csv
3. iron1.csv
4. kitchen_oven.csv
5. kitchen_smallStove.csv
6. kitchen_stove.csv
7. monitor-2023-03-31T10.29.29Z02-00.csv
8. radiator.csv
9. television2.csv
10. tostiera1.csv
11. vaccum.csv
12. washing_machine.csv

Πληκτρολογήστε τους αριθμούς των επιλεγμένων αρχείων, χωρισμένους με κόμμα:

Εικόνα 11: Εμφάνιση στον χρήστη να επιλέξει τα αρχεία των συσκευών

Επίσης ο χρήστης μπορεί να εισάγει την επιλογή «all» για να συμπεριληφθούν όλες οι οικιακές συσκευές που υπάρχουν στο φάκελο measurements. Επιπροσθέτως, γίνεται αρχικοποίηση μιας κενή λίστα που αποθηκεύει τα πλαίσια δεδομένων που διαβάζονται από τα επιλεγμένα αρχεία CSV και επιστρέφονται από την μέθοδο files_read.. Στην συνέχεια, εκτελείται στον βρόχο η selected_files λίστα και προσπαθεί να διαβάσει κάθε αντίστοιχο αρχείο CSV χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση pd.read_csv(). Έπειτα, γίνεται το άνοιγμα ενός CSV αρχείου devices_all, το οποίο περιέχει την συχνότητα χρήσης των συσκευών.

```
devices_all.csv
1 Name,daily_usage,weekly_usage
2 tostiera1.csv,1,5
3 washing_machine.csv,1,2
4 television2.csv,1,3
5 computer-2023-03-30T15.58.24Z02-00.csv,1,6
6 monitor-2023-03-31T10.29.29Z02-00.csv,1,6
7 radiator.csv,1,3
8 hair_dryer.csv,1,2
9 iron1.csv,1,0.5
10 kitchen_oven.csv,1,4
11 kitchen_smallStove.csv,1,1
12 kitchen_stove.csv,1,5
13 vaccum.csv,1,1
14 water_heater.csv,1,2
15 air_condition.csv,1,5
16 lights.csv,1,7
17 fridge.csv,1,7
```

Εικόνα 12: Αρχείο καταγραφής συχνότητας οικιακών συσκευών

Το αρχείο αυτό ανταποκρίνεται σε ένα πρόγραμμα χρήσης για τις οικιακές συσκευές, το οποίο αποτελείται από τρεις στήλες. Η πρώτη, αναφέρεται στο όνομα του αρχείου που είναι αντίστοιχο με την συσκευή, η δεύτερη περιέχει από μια αριθμητική τιμή που αντιπροσωπεύει πόσες φορές μέσα στην ημέρα χρησιμοποιήθηκε η συσκευή και η τρίτη στήλη αναφέρεται στην συχνότητα μιας συσκευής στο χρονικό διάστημα μιας εβδομάδας. Αυτό το αρχείο είναι αναγκαίο γιατί η συνολική κατανάλωση μιας συσκευής δεν εξαρτάται μόνο από την ισχύ και την χρονική διάρκεια αλλά και την συχνότητα της χρήσης της.

Αφού αναγνωστεί το νέο αρχείο, ακολουθεί η εύρεση της διάρκειας που λειτούργησε μια συσκευή αφαιρώντας την τελευταία χρονική στιγμή με την αρχική χρησιμοποιώντας τη μέθοδο `pd.to_datetime()`. Αργότερα, γίνεται υπολογισμός της μέσης κατανάλωσης της ενέργειας από τις τιμές της στήλης `Power[W]`. Η συνάρτηση `np.average()` χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του μέσου όρου ο οποίος διαιρείται με το 1000 για να μετατραπεί από Watt σε kW και το αποτέλεσμα αποθηκεύεται στη μεταβλητή `avg_power`. Στη συνέχεια, υπολογίζεται η κατανάλωση ενέργειας για το τρέχον αρχείο και αποθηκεύεται στο `energy_consumptions`. Η συνάρτηση `elapsed_time.total_seconds()` μετατρέπει τον χρόνο από δευτερόλεπτα σε ώρες διαιρώντας με το 3.600. Η μεταβλητή `avg_power` πολλαπλασιάζεται με τον συνολικό χρόνο για να μετατραπεί η κατανάλωση ενέργειας σε κιλοβατώρες. Τέλος, αυτή η τιμή εκχωρείται σε μια θέση στην λίστα `file_names[i]`.

Έπειτα γίνεται προετοιμασία μιας κενής λίστας που ονομάζεται `weekly_energy_consumptions`. Γίνεται η αποθήκευση των υπολογισμένων εβδομαδιαίων καταναλώσεων ενέργειας για κάθε συσκευή. Μέσα στον βρόχο, εκτελούνται τα ακόλουθα βήματα για κάθε ζεύγος κλειδιού-τιμής στο λεξικό δηλαδή τα `devices_all[devices_all['Name']]` και `key['daily_usage']` ώστε να ανακτήσει τη στήλη «daily_usage» από το αρχείο `devices_all` όπου η στήλη «Name» ταιριάζει με το τρέχον κλειδί. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και με την επόμενη στήλη, την `weekly_usage`, όπου οι δύο στήλες πολλαπλασιάζονται μαζί με την μεταβλητή `value`, η οποία προέρχεται από το `energy_consumptions` για να υπολογιστεί η εβδομαδιαία κατανάλωση ενέργειας για την τρέχουσα συσκευή. Η λίστα `power_consumption_percedages` προετοιμάζεται να χρησιμοποιηθεί για την αποθήκευση των υπολογιζόμενων ποσοστών κατανάλωσης ενέργειας για κάθε συσκευή όπου με το άθροισμα όλων των εβδομαδιαίων καταναλώσεων ενέργειας προστίθεται στη `power_consumption_percedages`, το οποίο είναι το τελικό υπολογιζόμενο ποσοστό.

Τέλος, παρουσιάζεται το τελικό αποτέλεσμα του γραφήματος με την εντολή `plt.show()`:

5 Εφαρμογή μεθοδολογίας στο φοιτητικό σπίτι

Στην Ελλάδα, ο αριθμός των φοιτητών είναι υψηλός και αρκετοί είναι εκείνοι που νοικιάζουν μια κατοικία κατά την διάρκεια των σπουδών τους.

Ένα από τα κύρια προβλήματα που αντιμετωπίζουν στον οικονομικό τομέα είναι οι λογαριασμοί ρεύματος καθώς συγκεκριμένα τον τελευταίο καιρό είναι αισθητά αυξημένοι. Για αυτό η παρούσα εργασία στοχεύει να δώσει κάποια συμπεράσματα και λύσεις που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας των οικιακών συσκευών της κατοικίας.

Πιο συγκεκριμένα, επικεντρώνεται στις συσκευές που περιλαμβάνει ένα φοιτητικό σπίτι δημιουργώντας έτσι ένα φοιτητικό καταναλωτικό προφίλ. Είναι σημαντικό να γίνει αναφορά ότι σε ένα φοιτητικό σπίτι κατά προσέγγιση η μηνιαία κατανάλωση που συγκεντρώνει κυμαίνεται στις 114 kW, σύμφωνα με στοιχεία λογαριασμών ρεύματος.

5.1 Παρουσίαση οικιακών συσκευών

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2) φαίνεται οι συσκευές στις οποίες έγινε μέτρηση της ηλεκτρικής τους ενέργειας. Αξίζει να αναφερθεί ότι η μέτρηση της ηλεκτρικής κουζίνας χωρίστηκε σε τρία σκέλη που αποτελούνται από τα δύο μάτια της κουζίνας, το μικρό μάτι του καφέ και ο φούρνος. Το ίδιο ακριβώς έγινε και με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή καθώς χωρίστηκε σε δύο αρχεία που το ένα περιέχει του υπολογιστή και το άλλο την οθόνη. Για να γίνει η μέτρηση των συσκευών με την έξυπνη πρίζα πρέπει να υπάρχει πρόσβαση της πρίζας που συνδέεται η συσκευή που πρόκειται να μετρηθεί.

Πίνακας 2: Οικιακές συσκευές που μετρήθηκαν

Ηλεκτρική κουζίνα: δύο μάτια	Ηλεκτρική κουζίνα: μικρό μάτι
Ηλεκτρική κουζίνα: φούρνος	Ηλεκτρονικός υπολογιστής
Οθόνη υπολογιστή	Τηλεόραση
Ηλεκτρική σκούπα	Πλυντήριο ρούχων

Ηλεκτρικό καλοριφέρ λαδιού	Πιστολάκι μαλλιών
Σίδερο ρούχων	Τοστιέρα

5.1.1 Εκτίμηση υπόλοιπων συσκευών

Στόχος της εργασίας είναι να γίνει μια εκτίμηση μετρώντας τις οικιακές συσκευές και να συγκριθεί με την ετήσια κατανάλωση. . Πολλές οικιακές συσκευές που δεν διαθέτουν εύκολη πρόσβαση στην σύνδεση τους με το δίκτυο, μένουν εκτός της λίστας καταγραφής. Για την επίλυση αυτής της δυσκολίας για αυτές τις συσκευές μπορεί να γίνει χειροκίνητη δημιουργία των αρχείων καταγραφής χρησιμοποιώντας μια εκτίμηση της ισχύος που καταναλώνουν.. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3) επισημαίνονται οι συσκευές στις οποίες έγινε εκτίμηση της κατανάλωσης τους καθώς και η τιμή της εκτίμησης.

Πίνακας 3: Εκτίμηση υπόλοιπων συσκευών

Όνομα συσκευής	Ονομαστική ισχύς [W]
Κλιματιστικό	800
Ψυγείο	100
Ηλεκτρικός θερμοσίφωνας	3500
Φωτισμός	50

5.2 Πρόγραμμα συχνότητας χρήσης

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 4) φαίνεται η εβδομαδιαία χρήση κάθε συσκευής, δηλαδή πόσες φορές μέσα στην εβδομάδα είναι ενεργή. Η μεσαία στήλη περιέχει την χρονική διάρκεια που λειτουργεί κάθε συσκευή και η τρίτη στήλη αντιπροσωπεύει την συχνότητα χρήσης της συσκευής σε ημέρες της εβδομάδας?. Η καταγραφή αυτή λήφθηκε από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν για την κάθε συσκευή ξεχωριστά. Επισημαίνεται ότι η καταγραφή τους είναι γενική και δεν ακολουθείται για κάθε εβδομάδα με την ίδια συχνότητα που αναφέρεται στον πίνακα.

Πίνακας 4: Πρόγραμμα συχνότητας

Ηλεκτρικές συσκευές	Διάρκεια	Εβδομαδιαία συχνότητα
Ηλεκτρική κουζίνα: δύο μάτια	00:32:12	5
Ηλεκτρική κουζίνα: μικρό μάτι	00:15:00	1

Ηλεκτρική κουζίνα: φούρνος	00:45:23	4
Ηλεκτρονικός υπολογιστής	4:05:43	6
Οθόνη	4:05:43	6
Πλυντήριο ρούχων	01:30:00	2
Τηλεόραση	00:57:00	3
Ηλεκτρικό καλοριφέρ	00:20:00	3
Ηλεκτρική σκούπα	00:10:18	1
Σίδερο ρούχων	01:15:05	1
Πιστολάκι μαλλιών	00:04:10	2
Τοστιέρα	00:07:51	5
Κλιματιστικό	03:00:00	5
Ψυγείο	24:00:00	7
Ηλεκτρικός θερμοσίφωνας	00:15:00	2
Φωτισμός	06:00:00	7

5.3 Χαρακτηριστικά οικιακών συσκευών

Με την συγκέντρωση των συσκευών που χρησιμοποιούνται σε ένα φοιτητικό σπίτι, παρουσιάζονται πιο αναλυτικά τα χαρακτηριστικά τους. Ο λόγος είναι ότι η ηλεκτρική κατανάλωση κάθε οικιακής συσκευής εξαρτάται από διάφορους παράγοντες. Μερικοί από αυτούς, είναι η εκτίμηση της ισχύος (power rating), η οποία δείχνει τον ρυθμό κατανάλωσης της ενέργειάς της με αποτέλεσμα τείνουν να έχουν υψηλότερο δείκτη όσες έχουν μεγάλη εκτίμηση ισχύος.

Επίσης, η διάρκεια λειτουργίας παίζει έναν σημαντικό ρόλο στο κατά πόσο ξοδεύεται ηλεκτρική ενέργεια. Η ενεργειακή απόδοση μιας συσκευής είναι ένας εξίσου σημαντικός παράγοντας καθώς αυτό δείχνει πόσο αποτελεσματικά μετατρέπεται η εισερχόμενη ενέργεια σε χρήσιμη εργασία.

Τέλος, μερικοί ακόμα λόγοι είναι οι περιβαλλοντικές συνθήκες. Η θερμοκρασία και η υγρασία μπορούν να επηρεάσουν την κατανάλωση ενέργειας ορισμένων συσκευών ενώ προσθέτοντας σχετίζεται η ηλικία και η τεχνολογία καθώς οι παλαιότερες συσκευές τείνουν να είναι λιγότερο ενεργειακά αποδοτικές σε σύγκριση με νεότερα μοντέλα, τα οποία

μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 5), εμφανίζονται τα χαρακτηριστικά των συσκευών του φοιτητικού σπιτιού που μετρήθηκαν.

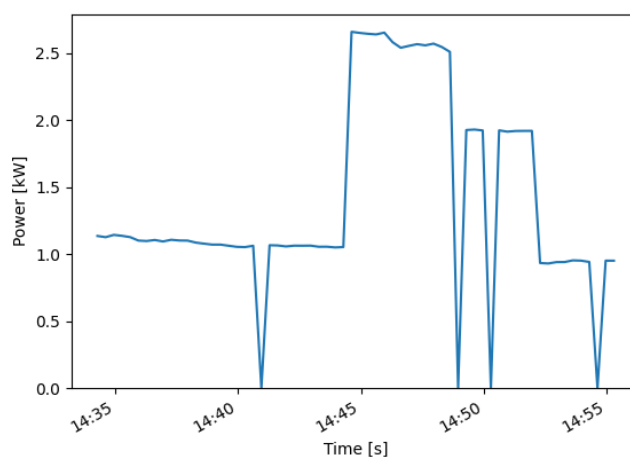
Πίνακας 5: Χαρακτηριστικά συσκευών

Ηλεκτρικές συσκευές	Έτος κατασκευής	Ονομαστική ισχύς [W]	Μέγιστη μετρημένη ισχύς [W]
Ηλεκτρική κουζίνα	-	3100	1134
Ηλεκτρονικός υπολογιστής	2021	-	260
Πλυντήριο ρούχων	-	2200	2743
Τηλεόραση	2018	-	38
Ηλεκτρικό καλοριφέρ	-	-	1139
Ηλεκτρική σκούπα	2019	-	1137
Σίδερο ρούχων	2018	2100	2193
Πιστολάκι μαλλιών	2015	2200	1492
Τοστιέρα	2015	1000	999

5.4 Αποτελέσματα μετρήσεων

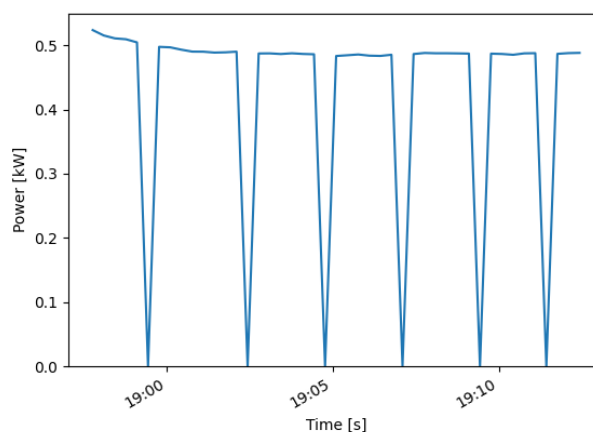
Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται αναλυτικά όλα τα γραφήματα που εξάγονται από τις μετρήσεις των οικιακών συσκευών ενός φοιτητικού σπιτιού. Ο παραπάνω κώδικας που αναλύθηκε προέρχεται το γράφημα με την συγκέντρωση της ισχύς που κατανάλωσε η συσκευή στο πέρασμα του χρόνου, κατά τον οποίο λειτουργούσε.

Η ηλεκτρική κουζίνα αποτελείται από τρία ηλεκτρικά μάτια και τον φούρνο με τις διαστάσεις του να είναι 60cm στο πλάτος και 42 cm στο ύψος. Μετρώντας τα ξεχωριστά παρατηρήθηκε διαφορά στην μέτρηση της ισχύς και για αυτό τον λόγο θα παρουσιαστούν διαφορετικά έχοντας τρία ξεχωριστά αρχεία που αντιπροσωπεύουν τα δύο μεγάλα μάτια της κουζίνας, το μικρό μάτι του καφέ και τον φούρνο.



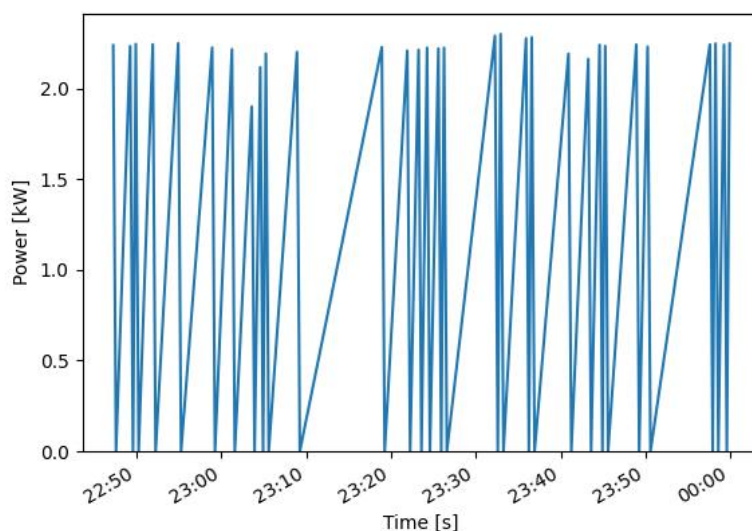
Εικόνα 13: Στιγμιαία ηλεκτρική ισχύς για τα δύο μάτια της ηλεκτρικής κουζίνας

Στην Εικόνα 13 παρατηρείται στο γράφημα η έντονη αύξηση της ισχύς στα 2500 Watts όταν άναψε και το δεύτερο μάτι της κουζίνας.



Εικόνα 14: Στιγμιαία ηλεκτρική ισχύς του μικρού ματιού της κουζίνας

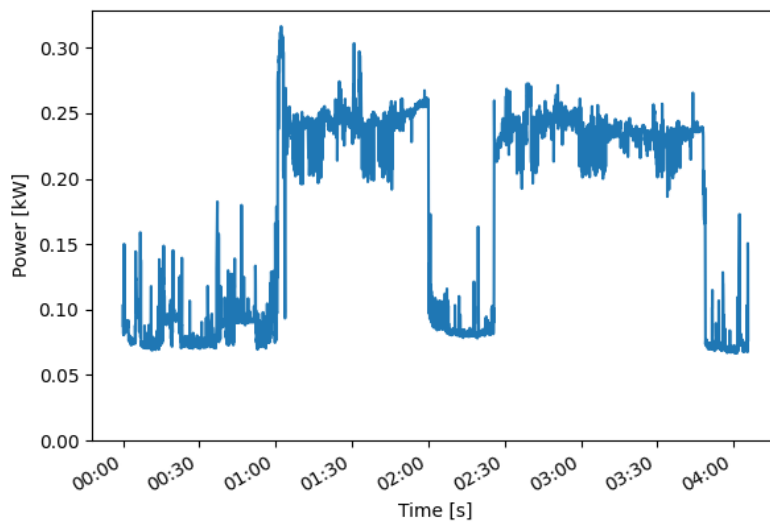
Στο παραπάνω γράφημα στην Εικόνα 14 παρατηρείται η αρχική κατανάλωση να είναι υψηλή και στην πορεία να υπάρχει μια αυξομείωση της ισχύος για την ρύθμιση της ανάλογης θερμοκρασία.



Εικόνα 15: Στιγμαία ηλεκτρική ισχύς του φούρνου

Στην Εικόνα 15 παρουσιάζεται το γράφημα του ηλεκτρικού φούρνου καθώς γίνεται αντιληπτό ότι υπάρχουν αυξομειώσεις της ισχύος καθώς όταν επιτευχθεί η επιθυμητή θερμοκρασία σταματάει η κατανάλωση της ενέργειας.

Ο λόγος που συμβαίνει αυτό είναι ότι χρησιμοποιείται ο θερμοστάτης, ο οποίος είναι υπεύθυνος για τον έλεγχο της θερμοκρασίας στον χώρο όπου βρίσκεται η συσκευή. Ο θερμοστάτης στέλνει ένα σήμα που διακόπτει την κατανάλωση της ενέργειας όταν η θερμοκρασία φτάσει στην επιθυμητή τιμή για ένα σύντομο χρονικό διάστημα. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω του χειρισμού ενός ρελέ που είναι ενσωματωμένο στο ηλεκτρονικό κύκλωμα. Αυτή η διακοπή και επαναφορά της λειτουργίας βοηθάει στην διατήρηση μιας σταθερής θερμοκρασία στον χώρο, εξοικονομώντας ενέργεια και βοηθώντας να αποφεύγεται η υπερθέρμανση ή υπερψύξη του περιβάλλοντος.

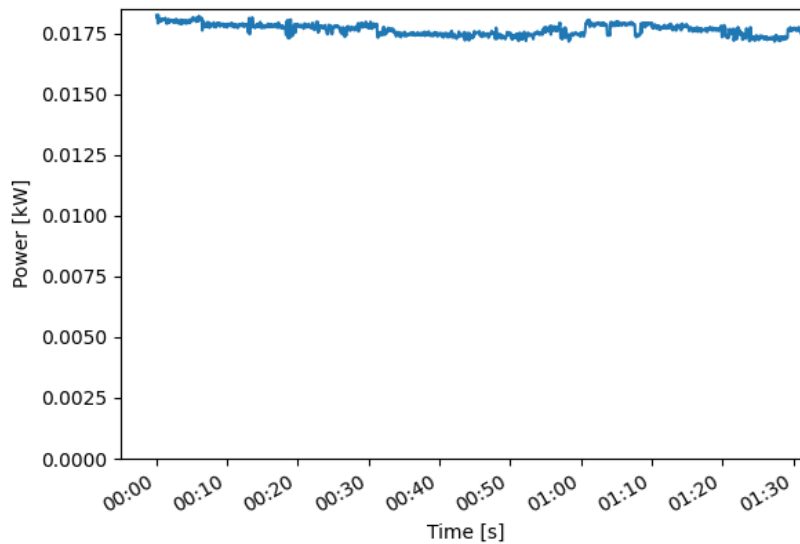


Εικόνα 16: Στιγμιαία ηλεκτρική ισχύς της μονάδας του ηλεκτρονικού υπολογιστή

Στην Εικόνα 16 υπάρχει ενδιαφέρον στην ανάλυση της κατανάλωσης για τον υπολογιστή καθώς κατά την διάρκεια της μέτρησης τέθηκε σε τρεις διαφορετικές καταστάσεις στις οποίες σημειώθηκε διαφορετική κατανάλωση ρεύματος. Το πρώτο χρονικό διάστημα από την αρχή μέχρι την 01:00 η χρήση που πραγματοποιήθηκε με τον υπολογιστή ήταν μια απλή περιήγηση στο διαδίκτυο. Στην ενδιάμεση κατάσταση μετά την 01:00 μέχρι στις 02:00 ο υπολογιστής χρησιμοποιήθηκε για την παρακολούθηση βίντεο στο διαδίκτυο με υψηλή ανάλυση συγκεκριμένα 4K 2160p60, το οποίο αποτέλεσε την πιο ενεργοβόρα διαδικασία. Τέλος, στο τελευταίο χρονικό περιθώριο από τις 02:30 μέχρι 03:30 στον υπολογιστή εκτελούνταν ένα video game και σημειώθηκε αρκετή αύξηση της κατανάλωσης που ξεπέρασε τα 250 Watts.

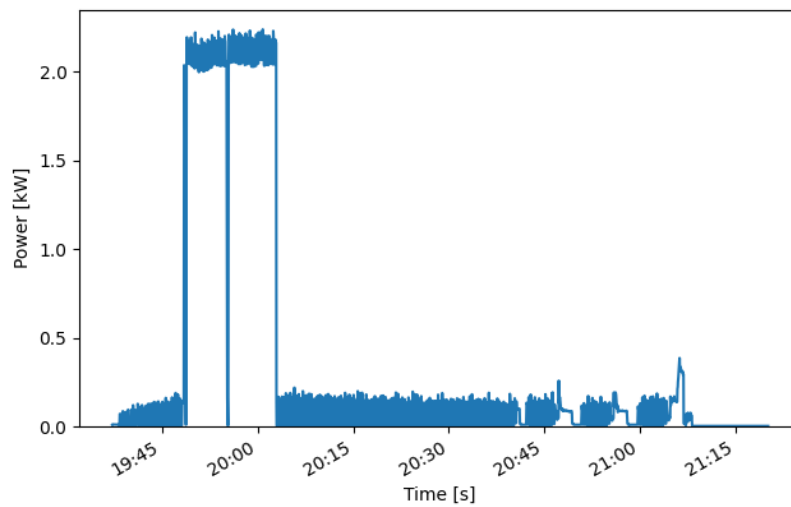
Συμπερασματικά, ο υπολογιστής αντιμετωπίζει μεγαλύτερη φόρτο και απαίτηση επεξεργαστικής ισχύος κατά την εκτέλεση του βίντεο υψηλής ανάλυσης και του παιχνιδιού. Οι πιθανοί λόγοι που μπορεί να συμβαίνει αυτό είναι: οι υψηλότερες απαιτήσεις γραφικών, καθώς η κάρτα γραφικών χρησιμοποιεί περισσότερη ενέργεια για να επεξεργαστεί την υψηλή ανάλυση και η ανεξάρτητη απόδοση και εφέ αλλά και η εντατική χρήση του επεξεργαστή κυρίως στα παιχνίδια απαιτείται επεξεργαστική ισχύ για την εκτέλεση των πολύπλοκων αλγορίθμων που χρειάζονται υψηλότερες συχνότητες κατά την εκτέλεσή τους. Παρατηρείται ότι με μια απλή χρήση του υπολογιστή η κατανάλωση μπορεί να φτάσει τα 70-90 Watt.

Αν ο υπολογιστής δεν χρησιμοποιείται για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα, καλό θα είναι να χρησιμοποιείται η αναστολή λειτουργίας. Πιο συγκεκριμένα, στην προσωρινή αναστολή λειτουργίας η κατανάλωση ενέργειας του υπολογιστή μειώνεται σημαντικά καθώς μόνο η μνήμη RAM παραμένει ενεργή.



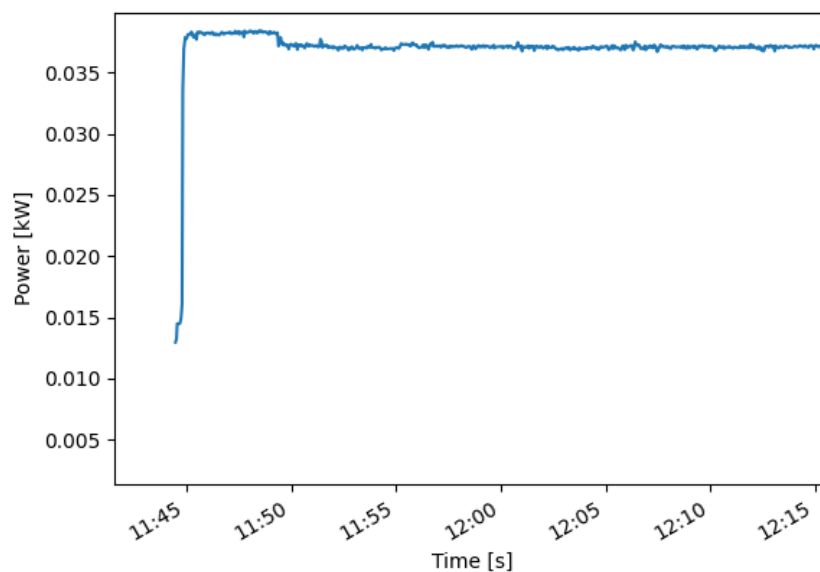
Εικόνα 17: Στιγμιαία ηλεκτρική ισχύς της οθόνης του υπολογιστή

Στην Εικόνα 17 εμφανίζεται το γράφημα της οθόνης, η οποία έχει αρκετά χαμηλή κατανάλωση. Να σημειωθεί ότι η καταγραφή των μετρήσεων της έγινε με την ίδια χρήση που πραγματοποιήθηκε και στον υπολογιστή συμπεριλαμβάνοντας και τις τρεις καταστάσεις παρατηρώντας ότι δεν επηρεάζεται και παραμένει σε σταθερή κατανάλωση ισχύος.



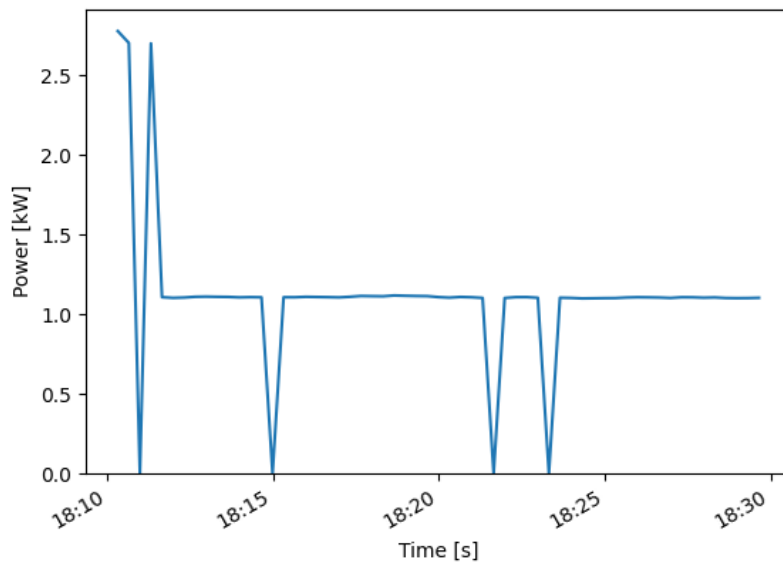
Εικόνα 18: Στιγμιαία ηλεκτρική ισχύς του πλυντηρίου ρούχων

Στο παραπάνω γράφημα στην Εικόνα 18 παρατηρείται το διάγραμμα του πλυντηρίου, το οποίο βρίσκεται σε εξωτερικό χώρο και το πρόγραμμα πλύσης ήταν με μεικτά ρούχα στους 40 βαθμούς Κελσίου. Είναι ξεκάθαρη η αυξητική του πορεία στα 2000 Watts καθώς εκείνη την ώρα πραγματοποιεί την διαδικασία θέρμανσης του νερού και λίγο πριν την λήξη που βρίσκεται στην κατάσταση στυψίματος.



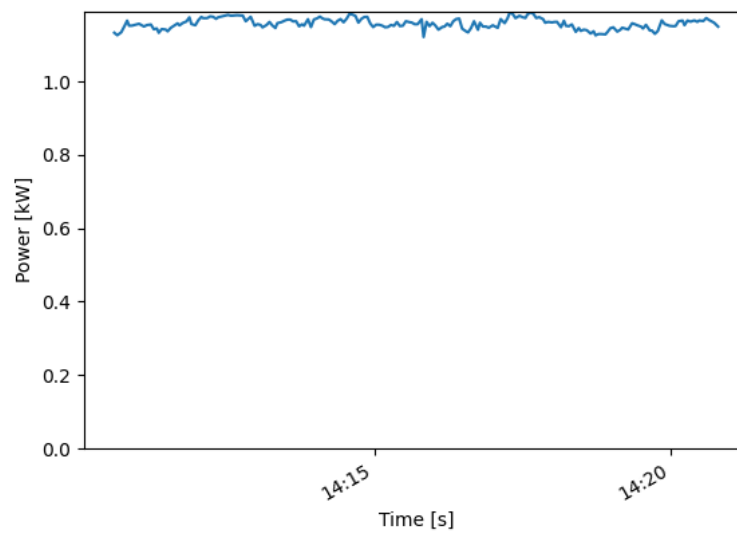
Εικόνα 19: Στιγμιαία ηλεκτρική ισχύς της τηλεόρασης

Στην συνέχεια, ακολουθεί στην Εικόνα 19 το γράφημα της τηλεόρασης, η οποία είναι κατηγορίας smart TV και παρόλα αυτά η ηλεκτρική της κατανάλωση είναι σε λογικά πλαίσια καθώς δεν σημείωσε αύξηση όταν μπήκε σε λειτουργία προβολή ταινίας σε πλατφόρμα.



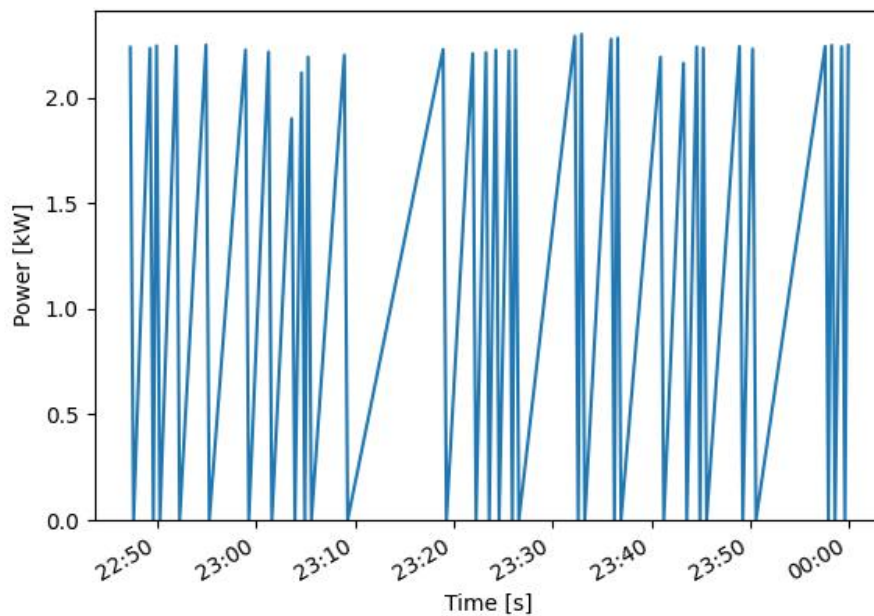
Εικόνα 20: Στιγμαία ηλεκτρική ισχύς του ηλεκτρικού καλοριφέρ λαδιού.

Ακολουθεί το γράφημα του ηλεκτρικού καλοριφέρ όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 20, το οποίο σημειώνει μία από την πιο υψηλή κατανάλωση οικιακής συσκευής. Είναι αναμενόμενη η ισχύς που καταναλώνει καθώς όλες οι παρεμφερείς συσκευές σημειώνουν μεγάλη κατανάλωση ρεύματος ενώ αξίζει να σημειωθεί ότι είναι αρκετά παλιάς τεχνολογίας η συγκεκριμένη συσκευή θέρμανσης. Η αρχική του κατάσταση ήταν σε λειτουργία στο δεύτερο επίπεδο ενώ στη συνέχεια μετέβη στο πρώτο σημειώνοντας μικρότερη κατανάλωση. Να σημειωθεί ότι είναι από τις συσκευές που περιέχουν θερμοστάτη και εμφανίζει το φαινόμενο της σταδιακής μηδενικής κατανάλωσης για την σταθεροποίηση της θερμοκρασίας.



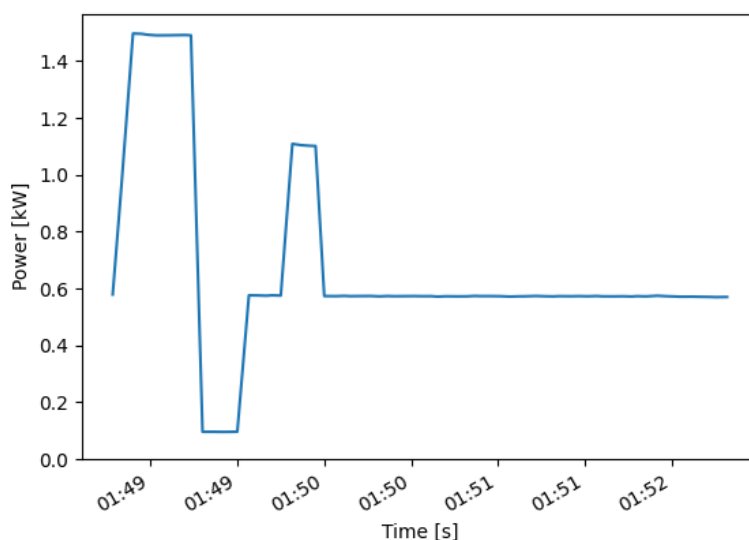
Εικόνα 21: Στιγμιαία ηλεκτρική ισχύς της ηλεκτρικής σκούπας

Η απεικόνιση της παραπάνω Εικόνα 21 αναφέρεται στην ηλεκτρική σκούπα. Η παρών συσκευή παρουσιάζει μεταβολές στην κατανάλωση καθώς όμως δεν έχει μεγάλη διαφορά ενώ κυμαίνονται μέχρι τα 1190 Watts.



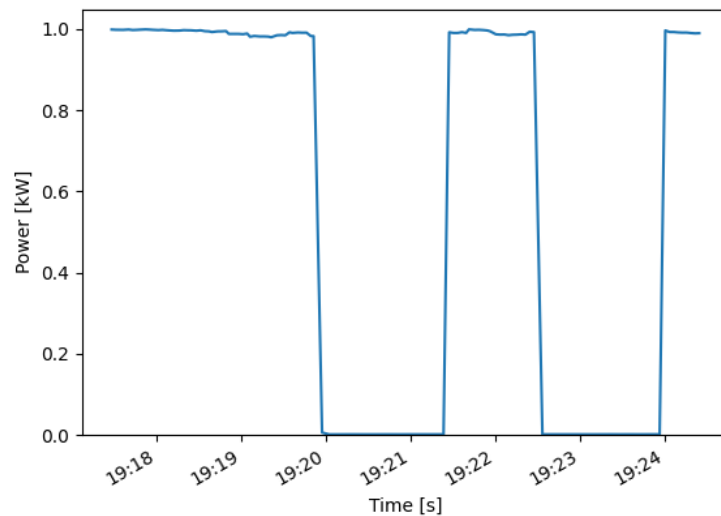
Εικόνα 22: Στιγμιαία ηλεκτρική ισχύς του σίδηρου ρούχων

Στην Εικόνα 22 παρουσιάζεται ίσως το πιο περίπλοκο γράφημα από όλη την λίστα των συσκευών. Το σίδερο ρούχων είναι της ίδιας λογικής με το παραπάνω καθώς αντισταθμίζει την θερμοκρασία του νερού για να δημιουργήσει τον ατμό. Οι εναλλαγές των τιμών σε αυξομειωτικό επίπεδο επιβεβαιώνει αυτή την συμπεριφορά χρησιμοποιώντας τον θερμοστάτη.



Εικόνα 23: Στιγμαία ηλεκτρική ισχύς πιστολάκι μαλλιών

Επιπροσθέτως, στην Εικόνα 23 παρουσιάζεται το γράφημα μιας πολύ σημαντικής συσκευής προσωπικής φροντίδας, το πιστολάκι για το στέγνωμα των μαλλιών. Η συγκεκριμένη συσκευή δοκιμάστηκε σε όλα τα επίπεδα και θερμοκρασίας που διαθέτει για να καταγραφεί τι κατανάλωση σημειώνει το καθένα. Η πρώτη κατάσταση, η οποία είναι και η πιο ενεργοβόρα βρισκόταν στο τρίτο επίπεδο έντασης ενώ αντιθέτως στη χαμηλότερη ισχύς ήταν στο ενδιάμεσο επίπεδο έντασης αλλά στη κρύα θερμοκρασία.



Εικόνα 24: Στιγμαία ηλεκτρική ισχύς της τοστιέρας.

Διακρίνοντας στην παραπάνω Εικόνα 24 παρατηρείται το γράφημα της συσκευής για το ψήσιμο τροφίμων κυρίως του τοστ. Η πορεία του πάρθηκε από τις καταγραφές αυτής της συσκευής είναι παρόμοια με τις υπόλοιπες συσκευές που χρησιμοποιούν θερμοστάτη που σημαίνει ότι δεν αντλεί όλη την διάρκεια λειτουργίας ρεύμα παρά μόνο τότε που χρειάζεται για να σταθεροποιήσει την θερμοκρασία.

5.4.1 Παρουσίαση μέσης κατανάλωσης κάθε συσκευής

Με την καταγραφή των οικιακών συσκευών παρατηρήθηκε η πορεία τους στα διαγράμματα και πόση κατανάλωση συγκέντρωσαν σε κάθε χρονική στιγμή. Στον παραπάνω κώδικα που αναλύθηκε για την δημιουργία των γραφημάτων υπολογίστηκε ταυτόχρονα και η μέση κατανάλωση όλων των συσκευών ξεχωριστά στην Εικόνα 25. Πρώτα υπολογίστηκε το άθροισμα της στήλης Power[W] για να βρεθούν τα συνολικά Watts. Αφού υπολογιστεί η διάρκεια που λειτούργησε η συσκευή γίνεται η διαίρεση της κατανάλωσης με τον χρόνο για να βγει η συνολική μέση κατανάλωση. Τα αποτελέσματα καταγράφηκαν και εμφανίζονται στον παρακάτω Πίνακα 26.

```
summary += int(row['Power[W]'])

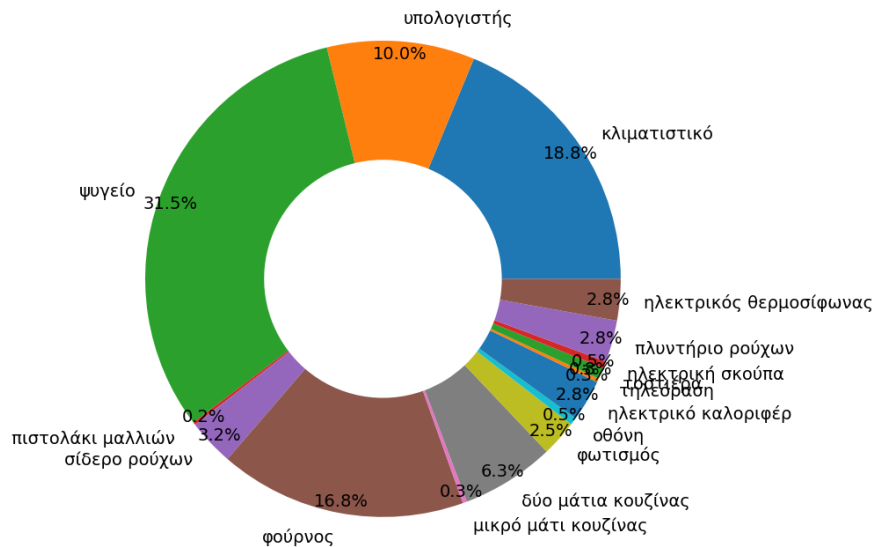
starttime = dataframe['Time'].iloc[0]
endtime = dataframe['Time'].iloc[-1]
elapsed_time = pd.to_datetime(endtime) - pd.to_datetime(starttime)
print("Total power consumption: ", summary /
      elapsed_time.total_seconds(), "Wh")
```

Εικόνα 25: Υπολογισμός μέσης κατανάλωσης

Πίνακας 26: Κατανάλωση ενέργειας συσκευών ανά κύκλο χρήσης

Όνομα συσκευής	Κατανάλωση ενέργειας ανά κύκλο χρήσης [Wh]
Ηλεκτρική κουζίνα: δύο μάτια	1398
Ηλεκτρική κουζίνα: μικρό μάτι	455
Ηλεκτρική κουζίνα: φούρνος	907
Μονάδα ηλεκτρονικού υπολογιστή	161
Οθόνη ηλεκτρονικού υπολογιστή	15
Πλυντήριο ρούχων	326
Τηλεόραση	33
Ηλεκτρικό καλοριφέρ λαδιού	1125
Ηλεκτρική σκούπα	1061
Σίδερο ρούχων	335
Πιστολάκι μαλλιών	630
Τοστιέρα	530
Κλιματιστικό	800
Ψυγείο	100
Ηλεκτρικός θερμοσίφωνας	3000
Φωτισμός	30

5.5 Καταμερισμός ηλεκτρικής κατανάλωσης



Εικόνα 27: Διάγραμμα πίτας όλων των συσκευών του φοιτητικού σπιτιού

Παρατηρείται στην Εικόνα 27 η μέση τιμή κατανάλωσης που συγκεντρώνει κάθε οικιακή συσκευή σε ένα φοιτητικό σπίτι. Οι συσκευές που συμπεριλήφθηκαν είναι εκείνες που μετρήθηκαν με την έξυπνη πρίζα αλλά και οι επιπλέον συσκευές που εκτιμήθηκαν. Πιο αναλυτικά, περιλαμβάνονται οι συσκευές σε αύξουσα σειρά με πρώτη συσκευή είναι εκείνη που καταναλώνει περισσότερο ρεύμα από τις υπόλοιπες συσκευές της λίστας. Το ψυγείο σημείωσε το υψηλότερο ποσοστό φτάνοντας το 31,5% από την συνολική κατανάλωση. Ακολουθεί, η επόμενη συσκευή με 18,8% να είναι το κλιματιστικό, αμέσως μετά παρουσιάζει ο φούρνος με 16,8% και με ποσοστό 11,3% σημειώνει ο ηλεκτρονικός υπολογιστής.

Στην συνέχεια, παρατηρείται το ποσοστό 6,3% από την κουζίνα με τα δύο μάτια και το σίδερο ρούχων με ποσοστό 3,2%. Έπειτα με μόλις 2,8% βρίσκονται πολύ κοντά οι τρεις συσκευές, οι οποίες είναι ο ηλεκτρικός θερμοσίφωνας, το πλυντήριο ρούχων και το ηλεκτρικό καλοριφέρ λαδιού. Στην συνέχεια, σημειώνει 2,5% ο φωτισμός και ακολουθεί η τοστιέρα με ποσοστό 0,8%. Επιπλέον, εμφανίζεται με ποσοστό 0,5% η ηλεκτρική σκούπα μαζί με την οθόνη του υπολογιστή. Τέλος, δύο συσκευές σημείωσαν ίδιο ποσοστό 0,3% η τηλεόραση και το μικρό μάτι της κουζίνας ενώ το πιστολάκι μαλλιών είναι εκείνο που συγκέντρωσε την μικρότερη κατανάλωση με 0,2%.

Στο παραπάνω διάγραμμα εμφανίστηκαν τα ποσοστά που καταλαμβάνει η κάθε συσκευή ανάλογα με την κατανάλωση και την χρήση της. Το παραπάνω αποτέλεσμα αν υπολογιστεί για όλο τον χρόνο θα δώσει την συνολική ετήσια κατανάλωση.

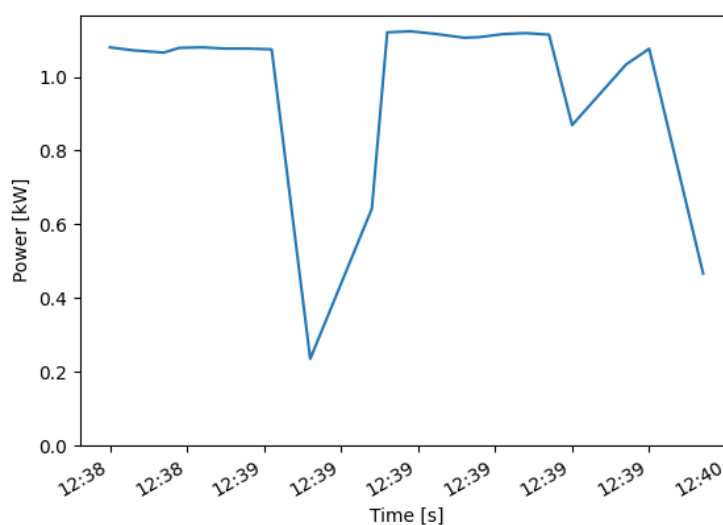
```
print("Total yearly consumption [kWh]:",  
      sum(weekly_energy_consumptions)/7*365)
```

Εικόνα 28: Υπολογισμός ετήσιας κατανάλωσης

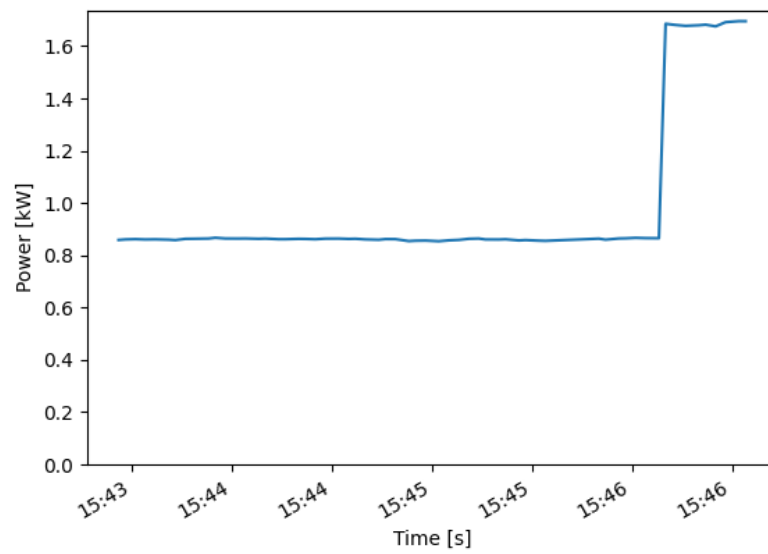
Στην Εικόνα 28 παρατηρείται ο τρόπος, με τον οποίο έγινε ο υπολογισμός της συνολικής κατανάλωσης των συσκευών. Η εκτίμηση που έγινε με τα δεδομένα έβγαλε το αποτέλεσμα 2224 kWh ενώ ο ετήσιος λογαριασμός του φοιτητικού σπιτιού είναι στις 2062 kWh. Η απόκλιση που υπάρχει οφείλεται στο πρόγραμμα συχνότητας των συσκευών, στο οποίο δεν τηρείται κατά βάση όλο τον χρόνο και γίνεται εκτίμηση για την συνολική κατανάλωση ενέργειας.

5.6 Συγκριτική αξιολόγηση κατανάλωσης συσκευών

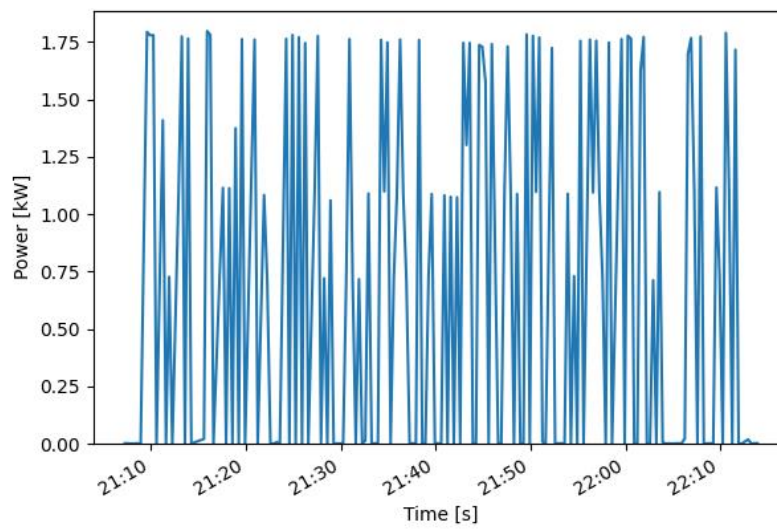
Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιαστούν οι συσκευές, οι οποίες μετρήθηκαν σε ένα νοικοκυριό τετραμελούς οικογένειας και θα συγκριθεί η κατανάλωση των συσκευών με του φοιτητικού σπιτιού. Να σημειωθεί ότι οι συσκευές που περιλαμβάνει η παρακάτω λίστα μετρήθηκαν εξίσου με την έξυπνη πρίζα Tapo 110, οι οποίες ήταν προσβάσιμες για να γίνει η μέτρησή τους.



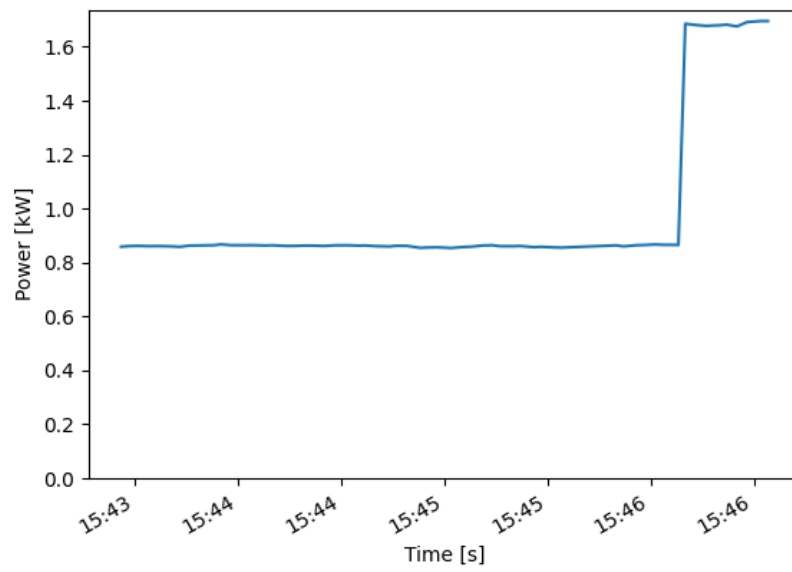
Εικόνα 29: Γράφημα μηχανής καφετιέρας



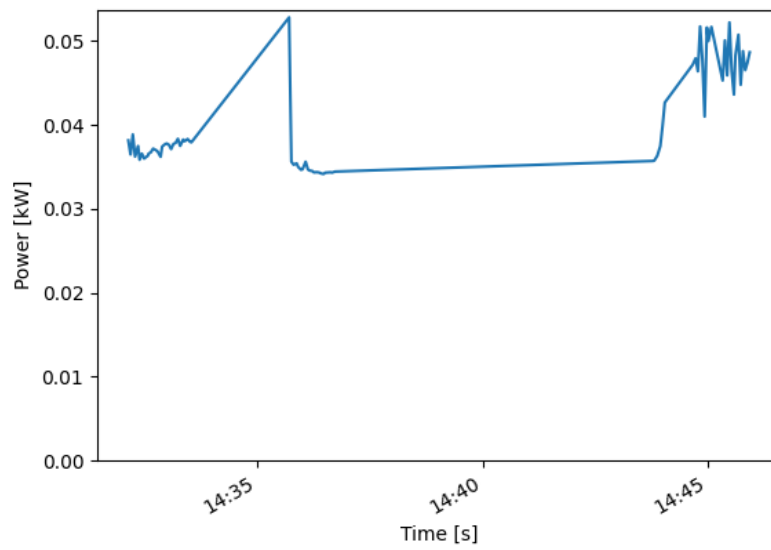
Εικόνα 30: Γράφημα πιστολάκι μαλλιών



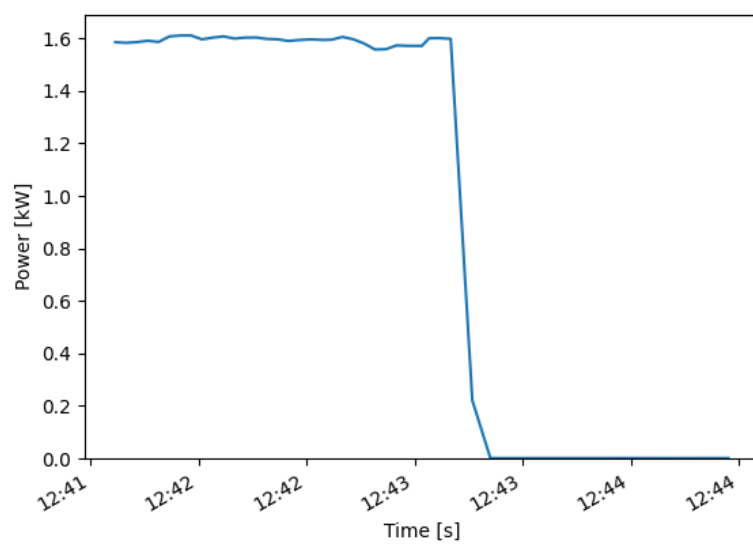
Εικόνα 31: Γράφημα σίδερο ρούχων



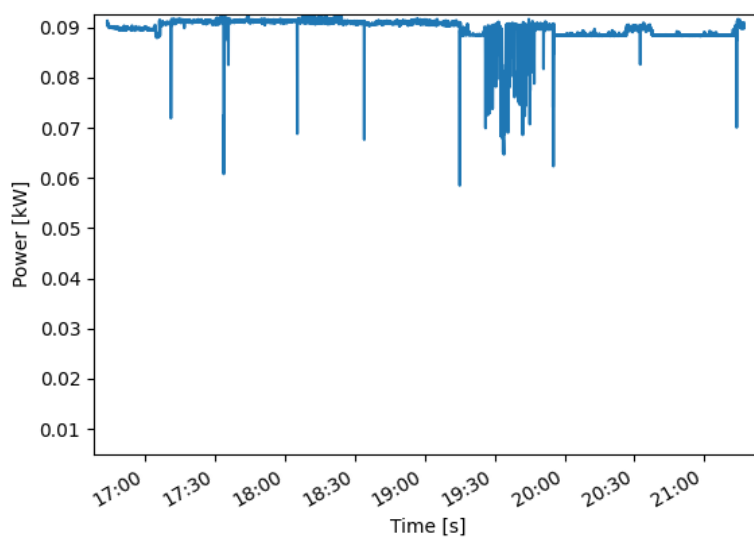
Εικόνα 32: Γράφημα συσκευής περιποίησης μαλλιών



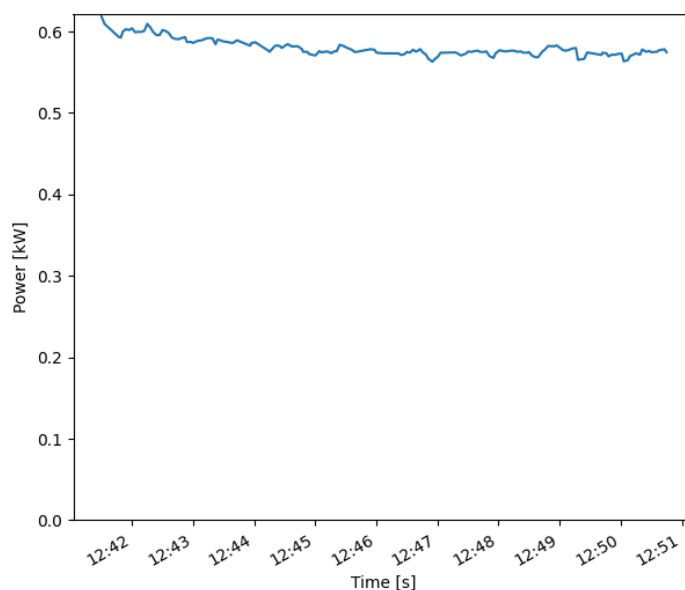
Εικόνα 33: Γράφημα Μίξερ



Εικόνα 34: Γράφημα συσκευής ψησίματος τροφίμων (τοστιέρα)



Εικόνα 35: Τηλεόραση



Εικόνα 36: Ηλεκτρική σκούπα

Ορισμένες συσκευές που μετρήθηκαν από το οικογενειακό σπίτι κάποιες ήταν διαφορετικές με αυτές από το φοιτητικό σπίτι, όπως για παράδειγμα η μηχανή του καφέ. Αξίζει η προσθήκη τους καθώς το οικογενειακό σπίτι περιλαμβάνει περισσότερες και πιο σύνθετες οικιακές συσκευές. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να υπερβαίνουν σε υψηλότερη κατανάλωση καθώς ένα οικογενειακό σπίτι περιλαμβάνει και άλλα μέλη της οικογένειας, τα οποία κάνουν πολύ περισσότερη χρήση σε αυτές. Αυτός ήταν και ο λόγος να γίνει πλήρη ανάλυση του φοιτητικού σπιτιού καθώς ανταποκρίνεται σε ατομικό επίπεδο, για να υπάρχει μια εικόνα τι μπορεί να βελτιώσει ο καθένας ατομικά και ύστερα μαζικά.

Ωστόσο, όσον αφορά για κάποιες συσκευές που είναι ίδιες και στα δύο προφίλ, αξίζει να συγκριθούν καθώς παρατηρούνται οι διαφορές τους. Μια σύγκριση που δείχνει ενδιαφέρον είναι μεταξύ των γραφημάτων της τηλεόρασης. Τα χαρακτηριστικά τους είναι το μέγεθός του φοιτητικού προφίλ είναι μία με 32" ίντσες, ο επεξεργαστής Quad Core και η ενεργειακή κλάση A+ ενώ του οικογενειακού σπιτιού είναι με 50" ίντσες, ο επεξεργαστής Quad Core Processor 4K και η ενεργειακή κλάση G. (βλ. Εικόνα 19 και Εικόνα 35) Αν συγκριθούν ως προς την ισχύ που καταναλώνει η καθεμία, ανεξάρτητα για την χρονική διάρκεια λειτουργίας τους, φαίνεται ότι η τηλεόραση του οικογενειακού προφίλ καταναλώνει πολύ παραπάνω ενέργεια λόγω των χαρακτηριστικών της.

6 Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία παρατηρήθηκε πόσο σημαντική είναι η εξοικονόμηση του ηλεκτρικού ρεύματος και πόσο μπορεί να αλλάξει την ζωή ατομικά, συλλογικά και περιβαλλοντικά. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, όλες οι συσκευές έχουν το περιθώριο βελτίωσης ώστε να είναι πιο φιλικές προς το περιβάλλον αλλά και να μην αυξάνουν τον λογαριασμό του ρεύματος των νοικοκυριών.

Αναλύοντας τα οφέλη, η εργασία έδωσε την δυνατότητα να δώσει μια εικόνα της κατάστασης που μπορεί να έχει ένα σπίτι σε σχέση με τις συσκευές που χρησιμοποιεί. Η κατανάλωση μιας συσκευής εκτός από την ισχύ της και την διάρκεια επηρεάζεται και από την συχνότητα μέσα στην ημέρα ή στην εβδομάδα. Η λύση δεν είναι πάντα εφικτή μειώνοντας απλά την διάρκεια ή την συχνότητα της συσκευής αλλά είναι απαραίτητο να αντικατασταθεί με μια καινούργια που να έχει καλύτερη ενεργειακή απόδοση. Τα διαγράμματα έδωσαν μια απεικόνιση ως προς την κατανάλωση που κάνει μια συσκευή και δίνουν έμφαση στην ώρα που γίνονται οι εναλλαγές της ισχύος. Αφού μελετήθηκαν οι συμπεριφορές των συσκευών με βάση τα γραφήματα, αυτά συμπεριλήφθηκαν σε ένα μεγαλύτερο διάγραμμα για να είναι σαφή το πόρισμα που κυμαίνεται η περισσότερη κατανάλωση από όλο το σύνολο των συσκευών. Ο τρόπος με τον οποίο προσέγγισε η εργασία με την χρήση της έξυπνης πρίζας μπορεί να χρησιμοποιηθεί από άτομα που είναι εξοικειωμένοι με τον προγραμματισμό καθώς όλη η διαδικασία που διήρκεσε μέσα σε μια μέρα μπορεί να βγάλει τα παραπάνω αποτελέσματα.

Επιπλέον, μέσω της εκπαίδευσης και της ευαισθητοποίησης σχετικά με τη σημασία της ενεργειακής αποδοτικότητας οι φοιτητές θα ωφεληθούν δίνοντας λύση στα οικονομικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν. Ενδεικτικά, μπορούν να ληφθούν μέτρα, όπως η ενημέρωση για τη σωστή ρύθμιση και συντήρηση των ηλεκτρικών συσκευών, η προώθηση της ανανεώσιμης ενέργειας και η εγκατάσταση μετρητών κατανάλωσης για την παρακολούθηση και ανίχνευση τυχόν αποκλίσεων στην κατανάλωση. Μέσω αυτών των προσπαθειών, μπορεί να επιτευχθεί οικονομική αποδοτικότητα και μείωση του φοιτητικού οικονομικού φόρτου που σχετίζεται με τους λογαριασμούς ρεύματος.

Βιβλιογραφία

- [1] «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΡΙΣΗ,» Energy Press, 2022. [Ηλεκτρονικό]. Available: https://energypress.gr/sites/default/files/media/ekthesi-energeia_2022.pdf. [Πρόσβαση June 2023].
- [2] «Δείξε μου το ρεύμα σου να σου πω πόσο Genius είσαι,» CNN Greece, 2019. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.cnn.gr/oikonomia/epixeiriseis/story/193335/deixe-moy-to-reyma-soy-na-soy-po-poso-genius-eisai>. [Πρόσβαση 2023].
- [3] «Αυξήσεις φωτιά στις τιμές ρεύματος από το 2022,» ΕΘΝΟΣ, 2021. [Ηλεκτρονικό]. Available: www.ethnos.gr/Economy/article/187875/ayxhseisfotiaistimesreymatosapoto2022metimesaygoystoyodekembriosmetatametra . [Πρόσβαση 2023].
- [4] «Εκθεση παρακολούθησης της εκπαίδευσης και της κατάρτισης 2020,» European Commission, 2019. [Ηλεκτρονικό]. Available: https://op.europa.eu/webpub/eac/education-and-training-monitor-2020/countries/greece_el.html.
- [5] «Ατμοσφαιρική ρύπανση,» European Enviroment Agency, 2020. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.eea.europa.eu/el/themes/air/intro>. [Πρόσβαση 2023].
- [6] «Νοικοκυριά και μικρές επιχειρήσεις κάνουν οικονομία στο ρεύμα,» CNN Greece, 2022. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.cnn.gr/oikonomia/anaptyxi/story/330161/noikokyria-kai-mikres-epixeiriseis-kanoun-oikonomia-sto-reyma-meiosi-sxedon-13-ton-aygousto>. [Πρόσβαση 2023].
- [7] «Ερευνα Εισοδήματος και Συνθηκών Διαβίωσης των Νοικοκυριών,» 2020, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.statistics.gr/documents/20181/e944c120-8160-e879-8ca6-203c8f298156>. [Πρόσβαση 2023].

